CADERNO DE DIAGNÓSTICO

Resíduos Agrosilvopastoris I

Resíduos Orgânicos

VERSÃO PRELIMINAR

Vania Elisabete Schneider

Denise Peresin

Andréia Cristina Trentin

Taison Anderson Bortolin

Regina Helena Rosa Sambuichi

Documento preliminar elaborado pelo Ipea como subsídio ao processo de discussão e elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, conduzido pelo Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos, coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente. Sendo assim, pede-se que não se cite esse material, até versão definitiva.

Agosto 2011

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho visa subsidiar a elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, previsto na Lei nº 12.305/10 (BRASIL, 2010) que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. O estudo envolveu levantamento de dados acerca da situação atual de geração de resíduos no segmento agrosilvopastoril e agroindústrias primárias associadas, no sentido de projetar cenários e perspectivas que auxiliem também na formulação e reformulação de políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro.

Neste relatório são apresentados os dados da geração de resíduos resultantes das principais culturas agrícolas brasileiras, segregadas em culturas temporárias e permanentes e agroindústrias associadas; dados das principais criações animais e agroindústrias associadas e da silvicultura e agroindústrias associadas. Estes dados são a base para as análises posteriores de impactos ambientais potenciais, utilização para a geração de energia através de reaproveitamento da biomassa, elaboração de planos de redução, reutilização e reciclagem dos resíduos gerados.

Os capítulos foram estruturados com uma introdução, escopo e limitações do estudo, metodologia, resultados e considerações acerca dos resultados. Na introdução são apresentadas informações gerais sobre o tema que será abordado (agricultura, pecuária, silvicultura e agroindústrias associadas). No escopo e limitações do estudo são descritas as dificuldades encontradas para a execução do estudo. Os dados e a descrição dos métodos utilizados para os cálculos da geração de resíduos e utilização potencial na geração de energia são demonstrados na metodologia. Os resultados são apresentados para Brasil, regiões e quando possível por estado. No item referente às considerações acerca dos resultados, é realizada uma análise dos resultados obtidos. Em sequência, são apresentados capítulos conjugados das três atividades abordando impactos ambientais, evolução econômica do setor, planos e programas, legislação existente, finalizando com uma análise integrada dos resultados, considerações sobre os mesmos e itens não alcançados.

VERSÃO PRELIMINAR

SUMÁRIO

1 OBJETIVO GERAL 6
1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 6
2 DIAGNÓSTICO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS E UTILIZAÇÃO POTENCIAL DE ENERGIA 7
2.1 AGRICULTURA E AGROINDÚSTRIAS ASSOCIADAS 7
2.1.1 INTRODUÇÃO 7
2.1.2 GERAÇÃO DE RESÍDUOS NA AGRICULTURA E AGROINDÚSTRIA 9
2.1.2.1 Escopo e limitações do estudo 9
2.1.2.2 Metodologia 10
2.1.2.3 Resultados 12
2.1.2.3.1 Culturas temporárias 12
2.1.2.3.2 Culturas permanentes 33
2.1.2.3.3 Montantes totais de resíduos gerados 59
2.1.3 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ENERGÉTICO 60
2.1.3.1 Introdução 60
2.1.3.2 Escopo e limitações do estudo 60
2.1.3.3 Metodologia 61
2.1.3.3.1 Resíduos Base Seca 61
2.1.3.3.2 Cana-de-açúcar (vinhaça) 63
2.1.3.4 Resultados 65
2.1.3.4.1 Culturas Temporárias 65
2.1.3.4.2 Culturas Permanentes 74
2.1.3.5 Potencial total de geração de energia dos resíduos 81
2.2 PECUÁRIA E AGROINDÚSTRIAS ASSOCIADAS 82
2.2.1 AVALIAÇÃO DA GERAÇÃO DOS DEJETOS NAS PRINCIPAIS CRIAÇÕES PECUÁRIAS 82
2.2.1.1 Introdução 82
2.2.1.2 Escopo e limitações do estudo 83
2.2.1.3 Metodologia 84
2.2.1.3.1 Tamanho efetivo dos rebanhos 85
2.2.1.3.2 Avaliação da produção de dejetos pelos rebanhos 89

VERSÃO PRELIMINAR

2.2.1.3.3 Geração de dejetos na criação de aves 90
2.2.1.3.4 Geração de dejetos de bovinos 92
2.2.1.3.5 Geração de dejetos suínos 93
2.2.1.4 Resultados 93
2.2.1.4.1 Geração de dejetos de aves 93
Geração de dejetos de frangos de corte 93
Geração de dejetos – galinhas (aves de postura) 95
2.2.1.4.2 Geração de dejetos bovinos 96
Geração de dejetos de bovinos de leite 96
Geração de dejetos de bovinos de corte 97
2.2.1.4.3 Geração de dejetos de suínos 98
2.2.1.4.4 Geração total de dejetos 99
2.2.1.5 Considerações acerca dos resultados 102
2.2.2 GERAÇÃO DE RESÍDUOS (SÓLIDOS E LÍQUIDOS) NAS INDÚSTRIAS PRIMÁRIAS LIGADAS AO SETOR PECUÁRIO DO BRASIL 104
2.2.2.1 Introdução 104
2.2.2.2 Escopo e limitações do estudo 107
2.2.2.3 Metodologia 108
2.2.2.3.1 Abatedouros de aves 110
2.2.2.3.2 Abatedouros de bovinos e suínos 111
2.2.2.3.3 Graxarias 112
2.2.2.3.4 Laticínios 113
2.2.2.4 Resultados 113
2.2.2.4.1 Abatedouro de aves 113
2.2.2.4.2 Abatedouros de bovinos 115
2.2.2.4.3 Abatedouros de suínos 115
2.2.2.4.4 Graxarias 117
2.2.2.4.5 Laticínios 118
2.2.2.4.6 Total de Resíduos Sólidos e efluentes gerados no Brasil 119
2.2.2.5 Considerações acerca dos resultados 121
2.2.3 ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE METANO E ENERGIA ELÉTRICA PELOS DEJETOS DAS CRIAÇÕES ANIMAIS E RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA ASSOCIADA 122

VERSÃO PRELIMINAR

2.2.3.1 Introdução 122
2.2.3.2 Escopo e limitações do estudo 124
2.2.3.3 Metodologia para estimativa da geração de metano pela biodigestão dos dejetos das criações animais 125
2.2.3.4 Resultados 126
2.2.3.5 Metodologia para estimativa da potencial disponível pela biodigestão dos dejetos das criações animais 128
2.2.4 RESULTADOS DA ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PELA BIODIGESTÃO DOS DEJETOS GERADOS NAS CRIAÇÕES ANIMAIS 129
2.2.4.1 Metodologia da estimativa da geração de metano e energia elétrica pela biodigestão dos resíduos (sólidos e efluentes) das agroindústrias primárias associada à criação animal 131
2.2.4.2 Resultado da estimativa da geração de metano e energia elétrica pela biodigestão dos efluentes das agroindústrias primárias associada à criação animal 133
2.2.4.3 Considerações acerca dos resultados 136
2.3 SILVICULTURA E AGROINDÚSTRIAS ASSOCIADAS 137
2.3.1 Introdução 137
2.3.2 Escopo e Limitações do Estudo 137
2.3.3 Setor Florestal 138
2.3.4 Produção 144
2.3.5 Resíduos 148
2.3.5.1 Especificação do tipo de resíduos, rejeitos ou subprodutos gerados 149
2.3.5.2 Metodologia de Estimativa de Resíduos 154
2.3.5.2.1 Resíduo de Colheita Florestal 156
2.3.5.2.2 Resíduo do processamento mecânico da madeira 156
2.3.5.2.3 Resíduo da produção de Papel e Celulose 156
2.3.5.3 Resultados da estimativa do montante de resíduos gerados pelo setor 157
2.3.5.3.1 Resíduo de Colheita Florestal 157
2.3.5.3.2 Resíduo do processamento mecânico da madeira 160
2.3.5.3.3 Resíduo da produção de Papel e Celulose 165
2.3.5.4 Considerações sobre os resultados 165
2.3.6 Índices de Geração na Cadeia Produtiva da Madeira 165

VERSÃO PRELIMINAR

2.3.7 Atuais formas de destinação e possíveis utilizações dos resíduos de madeira 167
2.3.8 Geração de energia 173
3 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DAS ATIVIDADES AGROSILVOPASTORIL 179
3.1 Introdução 179
3.2 Metodologia 179
3.3 Escopo e limitações do estudo 180
3.4 Resultados 181
3.4.1 Impactos positivos das atividades agrosilvopastoril 181
3.4.2 Impactos negativos das agroindústrias associadas à agricultura 184
3.4.3 Impactos ambientais decorrentes da geração dos dejetos da pecuária e das indústrias primárias associadas 187
3.4.4 Impactos Ambientais de Resíduos do Setor Florestal 193
3.5 Considerações acerca dos resultados 196
4 ECONOMIA 198
4.1 Agricultura 198
4.2 Pecuária 201
4.3 Setor Florestal 204
5 LEGISLAÇÃO 206
6 PLANOS E PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS 212
6.1 PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS DE INCENTIVO AO MANEJO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS DO SETOR AGROSILVOPASTORIL 213
6.2 PROGRAMAS DE APOIO FINANCEIRO 216
7 ANÁLISE INTEGRADA DOS RESULTADOS 220
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS 225
REFERÊNCIAS 229
ANEXOS 243

VERSÃO PRELIMINAR

1 OBJETIVO GERAL

Realizar o diagnóstico da geração de resíduos e o potencial aproveitamento nos setores de agricultura, pecuária, silvicultura e agroindústrias primárias associadas.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar e quantificar os resíduos, rejeitos e subprodutos gerados na agricultura, pecuária, silvicultura e agroindústrias primárias associadas;

- realizar a avaliação econômica de cada setor de 2000 até o presente momento, observando também as possíveis tendências de crescimento futuro;

- identificar os impactos ambientais potenciais dos resíduos gerados, mostrando os principais problemas atuais e futuros;

- avaliar a utilização atual ou potencial de utilização de energia gerada a partir dos resíduos gerados (biomassa);

- avaliar a utilização atual ou potencial de utilização para outros fins como adubação, alimentação animal ou outros;

- identificar as atuais formas de destinação final dos rejeitos e possibilidades de melhoria no sistema de tratamento ou destinação final, apontado alternativas;

- levantar a legislação existente para o setor, identificando eventuais conflitos provocados pela legislação, propondo sugestões para sua resolução;

- levantar os programas governamentais relacionados ao tema existentes para o setor, destacando seus acertos e falhas.

VERSÃO PRELIMINAR

2 DIAGNÓSTICO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS E UTILIZAÇÃO POTENCIAL DE ENERGIA

Neste capítulo são apresentados os dados referentes à quantificação e o tipo de resíduo gerado em cada setor, destinação e utilização atual, além da possibilidade de utilização em outras atividades, bem como o potencial energético gerado a partir da utilização dos resíduos.

2.1 AGRICULTURA E AGROINDÚSTRIAS ASSOCIADAS

2.1.1 INTRODUÇÃO

No ciclo 2010/2011, o Brasil deverá colher a maior safra da história, apresentando-se como um dos principais fornecedores no mercado internacional de alimentos. Projeções do Ministério da Agricultura indicam que o Brasil terá, em 2021, uma produção de grãos superior a 195 milhões de toneladas, numa área pouco superior a 50,7 milhões de hectares (ROSSI, 2011). Em 2010, o agronegócio brasileiro (insumos, agricultura, agroindústria e distribuição) foi responsável por 15,74% do PIB nacional (CEPEA, 2011). Os dados demonstram que a história recente da nossa agricultura se traduz em benefícios ao país, com geração de empregos, maior contribuição ao desenvolvimento, mais alimentos e riqueza, entretanto, também com maiores impactos ao meio ambiente.

Com a modernização da agricultura, a produção de alimentos ampliou-se, e os sistemas agrícolas ficaram mais intensivos. Desta forma, surgiu um novo segmento industrial através do processamento da produção primária de alimentos, a chamada agroindústria. Segundo Spadotto e Ribeiro (2006), a agroindústria constitui um dos principais segmentos da economia brasileira, com importância tanto no abastecimento interno como no desempenho exportador.

Um dos problemas atuais na agricultura e agroindústria associada é a pouca preocupação do setor em geral em relação à geração de resíduos e seu posterior destino e/ou tratamento. Os resíduos gerados nessas atividades têm potencial para gerar danos ambientais, se não forem devidamente tratados. Os impactos ambientais associados a esses resíduos decorrem da alta geração em termos quantitativos e da degradabilidade, em certos casos muito lenta e em outros com geração de subprodutos que podem ser tóxicos, cumulativos ou de

VERSÃO PRELIMINAR

difícil degradação. Reduzir, reciclar, ou reaproveitar os resíduos gerados com o objetivo de recuperar matéria e energia, objetiva fundamentalmente preservar os recursos naturais e evitar a degradação ambiental (STRAUS e MENEZES, 1993 apud MALHEIROS E PAULA JÚNIOR, 1997).

O reaproveitamento da biomassa remanescente dos processos empregados na agricultura e agroindústria, além de evitar a acumulação dos resíduos, contribuindo para o controle da poluição e proporcionando melhores condições de saúde pública, pode também servir para a geração de energia limpa e para a recuperação de elementos valiosos presentes nos resíduos, tais como N, P, K, e elementos traço, contribuindo para a fertilização do solo e melhoria da produção de alimentos (POLPRASERT, 1992 apud MALHEIROS E PAULA JÚNIOR, 1997). É neste contexto que se busca desenvolver alternativas de reaproveitamento dos resíduos agrícolas e agroindustriais, objetivando a recuperação de matérias-primas, a reciclagem da matéria orgânica, gerando energia e promovendo o retorno mais rápido aos ciclos biogeoquímicos, minimizando assim os impactos ambientais decorrentes destas atividades.

VERSÃO PRELIMINAR

2.1.2 GERAÇÃO DE RESÍDUOS NA AGRICULTURA E AGROINDÚSTRIA

2.1.2.1 Escopo e limitações do estudo

Neste item, foram levantados dados sobre a produção agrícola Brasileira com vistas a estimar os montantes de resíduos sólidos orgânicos gerados nas atividades da agricultura bem como nas agroindústrias associadas. Durante a realização do trabalho, porém, foi verificado não ser possível estimar a parcela dos resíduos orgânicos gerados nas atividades de cultivo e colheita da produção em campo, pois não foram encontrados estudos consistentes que permitam quantificá-la. Os únicos dados disponíveis foram a quantidade de hectares plantados e colhidos e a produção total, o que nos informa possíveis perdas de colheita, e não os montantes totais dos resíduos provenientes da lavoura. Conforme Matos (2005), a produção de resíduos agrícolas é extremamente variável, dependendo da espécie cultivada, do fim a que se destina, das condições de fertilidade do solo, condições climáticas, entre outros.

Também, os montantes de resíduos gerados pela perda das colheitas, estimados neste estudo para a produção do ano de 2009, podem variar muito de ano para ano. Além disso, os valores obtidos podem estar superestimados, pois não é possível saber em que ponto da produção da cultura houve a perda da produção e, portanto, se toda a biomassa que seria produzida com o desenvolvimento das plantas no período foi realmente gerada no processo.

O fato desses montantes não terem sido estimados, porém, não afeta a avaliação do potencial de geração de energia a partir da biomassa feita neste estudo, pois os resíduos orgânicos gerados diretamente nas atividades da agricultura são, via de regra, utilizados nos locais de produção como complemento nutricional (composto orgânico), intencionalmente ou não, não sendo indicada a sua utilização para a geração de energia. Gallo et al (1972, apud SOFFNER, 1998), consideram que os restos vegetais resultantes da colheita devem permanecer no local de plantio como forma de disponibilizar matéria orgânica às plantas em período de desenvolvimento. A retirada dessa biomassa para geração de energia ou outras utilizações tornar-se-ia de maior impacto que a própria geração desses resíduos, visto que empobreceria o solo, geraria custos com transporte para tratamento e/ou disposição desses resíduos, resultando ainda em uma maior demanda por fertilizantes químicos. O abandono da biomassa gerada nas lavouras melhora a produtividade das culturas porque tem como base a incorporação de matéria orgânica ao solo, nutrindo as plantas e preservando a umidade do solo bem como preservando e incrementando a microflora e microfauna a ele associados.

VERSÃO PRELIMINAR

Neste estudo, não foi possível coletar dados primários sobre a percentagem de resíduos gerados para cada tipo de processamento dos produtos nas agroindústrias associadas, deste modo, utilizou-se a média encontrada em referências bibliográficas. Para a cultura da mandioca, porém, não foram encontrados dados na literatura, de forma que não foi possível estimar os montantes de resíduos gerados na agroindústria para essa cultura.

2.1.2.2 Metodologia

Para determinar a produção das diferentes culturas agrícolas no Brasil, e posterior cálculo da geração de resíduos, foram utilizados dados do IBGE sobre a produção do ano de 2009 (IBGE, 2010), pois são os dados mais completos e atuais disponíveis. Com base nesses dados, definiram-se as lavouras de maior representatividade e com maior potencial gerador de energia, considerando-se a sua área de produção, absoluta e percentual, por região e para o total do Brasil, tanto para as culturas permanentes (Tabela 1) como para as culturas temporárias (Tabela 2). Entre as culturas permanentes, foram selecionadas: o café (em grão), o cacau (amêndoas), a banana (cacho), a laranja, o coco-da-baía, a castanha de caju e a uva. Já para as culturas temporárias, foram selecionadas: a soja (em grão), o milho (em grão), a cana-de-açúcar, o feijão (em grão), o arroz (em casca), o trigo (em grão) e a mandioca.

Para estimar os montantes de resíduos gerados na agricultura, diante da falta de informações sobre o percentual de resíduos gerados durante o cultivo e colheita da produção para cada cultura, os resultados são apresentados apenas com base na área cultivada e no total colhido, o que permite inferir sobre possíveis montantes de resíduos gerados com as perdas na colheita. Os valores de biomassa gerados com a perda da produção (em toneladas de produção perdida) foram estimados para cada estado multiplicando a média da produção da cultura por hectare pela área de produção não colhida. Os totais das regiões e Brasil foram obtidos somando os valores obtidos para os estados.

Através de pesquisa bibliográfica, foram levantados dados de literatura sobre o peso dos resíduos gerados para cada produto processado nas agroindústrias associadas às principais culturas. Com esses dados, foi estimado o fator residual, o qual é a percentagem da biomassa total que corresponde aos resíduos gerados durante o processamento dos produtos. Aplicando esse fator residual à parcela da produção das culturas processadas na agroindústria, obtida também através de literatura, estimou-se o montante de resíduos gerados.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 1 - Culturas permanentes mais representativas nas Grandes Regiões e no Brasil

CULTURAS	NORTE		NORDESTE		SUDESTE		SUL		CENTRO-OESTE		BRASIL	
	área plantada		área plantada		área plantada		área plantada		área plantada		área plantada	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Café	171.935	33,66	166.430	6,53	1.687.147	63,32	85.323	19,57	34.966	26,51	2.145.805	33,12
Cacau	100.257	19,63	549.769	21,59	20.987	0,79	-	0	1.422	1,08	672.435	10,69
Banana	77.310	15,14	196.449	7,71	135.189	5,07	53.310	12,23	21.304	16,15	483.562	7,69
Laranja	18.463	3,61	118.389	4,65	603.467	22,65	54.528	12,51	7.681	5,82	802.528	12,76
Coco-da-baía	30.353	5,94	228.911	8,99	-	0	189	0,04	3.934	2,98	284.951	4,53
Castanha de caju	3.153	0,62	770.415	30,25	-	0	-	0	1.657	1,26	775.225	12,32
Uva	37	0,01	9.939	0,39	12.129	0,46	59.227	13,58	345	0,26	81.677	1,3

Fonte: adaptado de IBGE (2010), com base na produção de 2009.

Tabela 2 - Culturas temporárias mais representativas nas Grandes Regiões e no Brasil

	NORTE		NORDESTE		SUDESTE		SUL		CENTRO-OESTE		BRASIL	
	área plantada		área plantada		área plantada		área plantada		área plantada		área plantada	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Soja	500.050	22,85	1.638.637	15,42	1.423.672	13,41	8.285.716	42,62	9.913.707	60,19	21.761.782	36,67
Milho	523.232	23,91	3.126.736	29,42	2.105.154	19,83	4.840.289	24,90	3.548.910	21,55	14.144.321	23,84
Cana-de-açúcar	33.067	1,51	1.202.426	11,31	5.818.740	54,81	649.705	3,34	1.052.638	6,39	8.756.576	14,76
Feijão	165.085	7,54	2.317.806	21,81	600.512	5,66	889.592	4,58	304.679	1,85	4.277.674	7,21
Arroz	392.427	17,93	714.466	6,72	77.051	0,73	1.303.230	6,70	418.028	2,54	2.905.202	4,90
Trigo	-	0,00	-	0,00	82.725	0,78	2.285.758	11,76	70.295	0,43	2.438.778	4,11
Mandioca	493.407	22,54	819.069	7,71	127.682	1,20	273.348	1,41	83.460	0,51	1.796.966	3,03

Fonte: adaptado de IBGE (2010), com base na produção de 2009

VERSÃO PRELIMINAR

2.1.2.3 Resultados

2.1.2.3.1 Culturas temporárias

A. SOJA

A soja corresponde a 49% da área plantada em grãos no país, sendo a cultura agrícola brasileira que mais cresceu nas últimas três décadas. O aumento da produtividade está associado principalmente aos avanços tecnológicos, ao manejo e eficiência dos processos produtivos. O grão é o componente essencial na fabricação de rações animais, e o uso na alimentação humana encontra-se em franco crescimento (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2011).

Na Tabela 3, constam os dados de área plantada, área colhida, produção colhida e produção perdida estimada, bem como o percentual de perda nesta cultura. Conforme a mesma tabela observa-se que houve uma baixa percentagem de perdas na cultura da soja no ano de 2009. O total da produção perdida no Brasil foi estimado em 27.046 toneladas, sendo que esses resíduos que devem ter ficado no campo e servido para adubação do solo.

Conforme Matos (2005), estima-se que a cultura da soja produza cerca de 2.700 t de resíduos para cada 1.000 t de grãos processados. Assim, pode-se considerar que, no processamento da cultura da soja, gera-se 73% de resíduos.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.**1 mostra o montante estimado de resíduos gerados na agroindústria da soja nos Estados e nas Regiões do País com base na produção de 2009. É possível observar que o estado do Mato Grosso foi o maior gerador de resíduos no Brasil, gerando um montante de 13.112.858 t/ano. Ao analisar as Grandes Regiões, nota-se a participação do Centro-Oeste, com mais da metade da produção nacional (51 %), seguida da Região Sul com o Paraná e o Rio Grande do Sul em destaque.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 3 – Dados da cultura da soja para o ano de 2009

Estado	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Perdas (%)	Produção total colhida (t)	Produção perdida estimada(t)
RO	111.426	111.426	0,00	356.836	0
AC	50	50	0,00	165	0
AM	204	204	0,00	612	0
RR	1.400	1.400	0,00	3.920	0
PA	71.410	71.410	0,00	206.456	0
AP	0	0	0,00	0	0
TO	315.560	315.560	0,00	875.428	0
Norte	**500.050**	**500.050**	**0,00**	**1.443.417**	**0**
MA	409.402	409.402	0,00	1.211.085	0
PI	277.272	276.672	0,22	780.580	1.693
CE	975	975	0,00	3.315	0
RN	0	0	0,00	0	0
PB	0	0	0,00	0	0
PE	0	0	0,00	0	0
AL	68	68	0,00	164	0
SE	0	0	0,00	0	0
BA	950.920	950.920	0,00	2.426.298	0
Nordeste	**1.638.637**	**1.638.037**	**0,04**	**4.421.442**	**1.693**
MG	929.121	928.708	0,04	2.751.431	1.224
ES	0	0	0,00	0	0
RJ	0	0	0,00	0	0
SP	494.551	494.273	0,06	1.327.105	746
Sudeste	**1.423.672**	**1.422.981**	**0,05**	**4.078.536**	**1.970**
PR	4.077.052	4.077.052	0,00	9.408.991	0
SC	385.418	385.418	0,00	993.991	0
RS	3.823.246	3.821.936	0,03	8.025.322	2.751
Sul	**8.285.716**	**8.284.406**	**0,02**	**18.428.304**	**2.751**
MS	1.717.436	1.708.723	0,51	4.046.223	20.632
MT	5.831.468	5.831.468	0,00	17.962.819	0
GO	2.315.888	2.315.888	0,00	6.809.187	0
DF	48.915	48.915	0,00	155.454	0
Centro-Oeste	**9.913.707**	**9.904.994**	**0,09**	**28.973.683**	**20.632**
Brasil	**21.761.782**	**21.750.468**	**0,05**	**57.345.382**	**27.046**

Fonte: adaptado de IBGE (2010)

VERSÃO PRELIMINAR

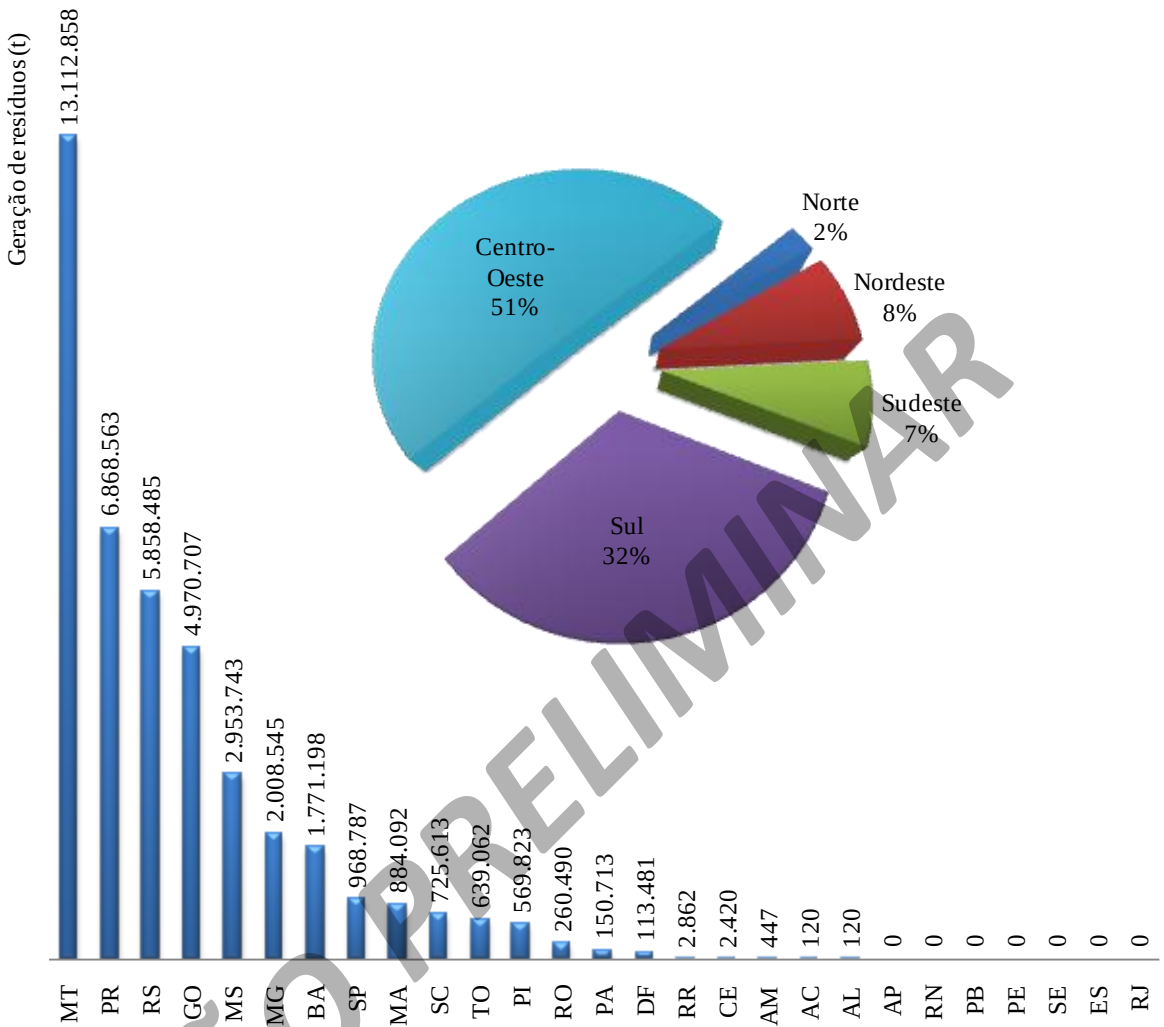


Figura 1 - Geração de resíduos no processamento dos grãos da soja nos Estados e Regiões do Brasil, ano base 2009.

VERSÃO PRELIMINAR

B. MILHO

Segundo o Ministério da Agricultura (2010), o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, totalizando 53,2 milhões de toneladas na safra 2009/2010, tendo como principal destino da safra as indústrias de rações para animais. O milho é também transformado em óleo, farinha, amido, margarina, xarope de glicose e flocos para cereais matinais. De acordo com Embrapa (2011), no Brasil apenas 5% do milho produzido se destina ao consumo humano.

Na Tabela 4 constam os dados de área plantada, área colhida, produção total colhida e produção perdida estimada , bem como o percentual de perda na cultura do milho no ano de 2009. As perdas na cultura foram significativas, chegando a 27,54 % para o Estado do Rio Grande do Norte, sendo estimado para o Brasil um total de 1.282.214 toneladas de produção perdida, cujos resíduos devem ter permanecido na área de plantio.

Conforme Associação Brasileira de Indústrias da Biomassa – ABIB (2011), os resíduos do processamento do milho são constituídos da palha e do sabugo, totalizando um fator residual de 58%.

Os montantes de resíduos gerados na agroindústria do milho nos estados brasileiros e o percentual de participação das regiões, com base na produção de 2009, são apresentados na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**2. Observa-se que o estado do Paraná foi o maior gerador de resíduos, gerando um montante de 6.546.969 t/ano. Ao analisar as Grandes Regiões, nota-se a similaridade de geração das Regiões do Sul e Centro-Oeste, com participação entre 37% e 31% respectivamente.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 4 - Dados da cultura do milho para o ano de 2009

Estado	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Perdas (%)	Produção total colhida (t)	Produção perdida estimada(t)
RO	153.691	153.691	0,00	368.819	0
AC	27.903	27.583	1,15	57.293	665
AM	12.200	12.200	0,00	29.252	0
RR	6.500	6.400	1,54	12.800	200
PA	244.564	240.387	1,71	552.104	9.593
AP	3.500	3.468	0,91	2.850	26
TO	74.874	74.874	0,00	250.451	0
Norte	**523.232**	**518.603**	**0,88**	**1.273.569**	**10.484**
MA	357.417	349.669	2,17	524.178	11.615
PI	329.893	320.812	2,75	496.279	14.048
CE	714.034	691.632	3,14	538.962	17.457
RN	90.735	65.750	27,54	42.282	16.067
PB	191.901	181.830	5,25	101.241	5.607
PE	308.937	282.687	8,50	193.059	17.927
AL	70.500	68.350	3,05	42.382	1.333
SE	172.941	172.941	0,00	703.294	0
BA	890.378	759.603	14,69	2.157.719	371.478
Nordeste	**3.126.736**	**2.893.274**	**7,47**	**4.799.396**	**455.532**
MG	1.288.434	1.278.299	0,79	6.536.545	51.825
ES	37.671	37.671	0,00	97.139	0
RJ	7.809	7.759	0,64	19.023	123
SP	771.240	768.410	0,37	3.674.059	13.531
Sudeste	**2.105.154**	**2.092.139**	**0,62**	**10.326.766**	**65.479**
PR	2.806.026	2.740.715	2,33	11.287.878	268.989
SC	648.509	648.509	0,00	3.244.500	0
RS	1.385.754	1.318.854	4,83	4.186.862	212.382
Sul	**4.840.289**	**4.708.078**	**2,73**	**18.719.240**	**481.371**
MS	936.912	838.234	10,53	2.181.429	256.801
MT	1.665.470	1.662.920	0,15	8.181.984	12.547
GO	906.250	906.250	0,00	4.980.614	0
DF	40.278	40.278	0,00	282.998	0
Centro-Oeste	**3.548.910**	**3.447.682**	**2,85**	**15.627.025**	**269.347**
Brasil	**14.144.321**	**13.659.776**	**3,43**	**50.745.996**	**1.282.214**

Fonte: adaptado de IBGE (2010)

VERSÃO PRELIMINAR

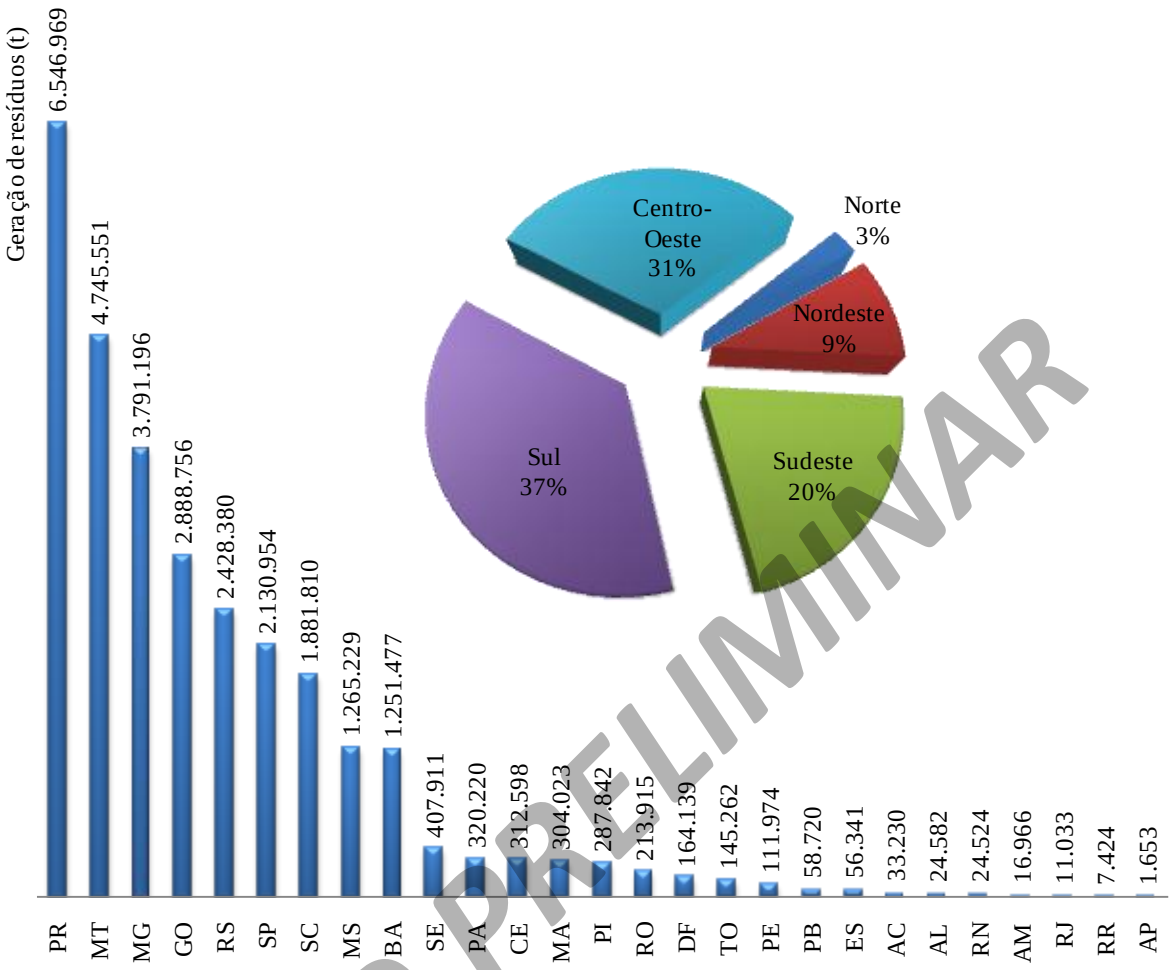


Figura 2 - Geração de resíduos no processamento da cultura do milho nos Estados e Regiões do Brasil, ano base 2009.

VERSÃO PRELIMINAR

C. CANA-DE-AÇÚCAR

Segundo Souza e Santos (2002), o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, produzindo aproximadamente 24% do total, em aproximadamente 4 milhões de hectares. Além de ser o maior produtor mundial de cana, é também o primeiro na produção de açúcar e etanol, conquistando cada vez mais, o mercado externo com o uso do bicombustível como alternativa energética. Responsável por mais da metade do açúcar comercializado no mundo, o País deve colher 47,34 milhões de toneladas do produto neste próximo ciclo, o que corresponde a um acréscimo de 14,6 milhões de toneladas em relação ao período 2007/2008 (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2011).

Segundo Instituto Nacional de Eficiência Energética – INEE (2011), a cana é cultivada em países tropicais e subtropicais para obtenção do açúcar, do álcool e da aguardente. Entretanto, depois de transformada em produto, a cana-de-açúcar também gera resíduos, que em geral é o bagaço, a vinhaça, torta de filtros (resíduo da filtragem do caldo de cana) e a cinza do bagaço, produzida pela queima deste.

Na Tabela 5 constam os dados de área plantada, área colhida, produção total colhida e produção perdida estimada, bem como o percentual de perda na cultura da cana no ano de 2009. Para esta cultura, a maior percentagem de perda apresentada foi para a o Estado do Acre, com 69,58%. Foi estimada uma perda total de 19.042.304 toneladas de cana-de-açúcar no Brasil em 2009 , biomassa que provavelmente serviu de adubo no próprio local da lavoura.

A quantidade de resíduos gerada na produção de açúcar e álcool é muito grande. As estimativas, segundo o autor Spadotto e Ribeiro (2006), são apresentadas na Tabela 6. Conforme o mesmo autor, para cada tonelada de cana moída ou esmagada na unidade industrial, se obtém em média 120 kg de açúcar e mais 14 litros de álcool, ou 80 litros de álcool no caso de destilarias. Para a quantidade de cana esmagada e consequente obtenção de produtos, se tem de 100 a 400 kg de torta de filtro, 800 a 1000 litros de vinhaça e 260 kg de bagaço de cana. Para Silva et al. (2007), estima-se que o bagaço proveniente da agroindústria da cana é de aproximadamente 280 kg/ton de cana moída, correspondendo a cerca de 30% do total da cana moída.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.**3 mostra a representatividade da geração de resíduos oriundos da cana-de-açúcar nos Estados e nas Regiões do País, com base na estimativa da geração de bagaço e torta de filtro pela agroindústria no ano de 2009. É possível observar que o estado de São Paulo é o maior gerador de resíduos, produzindo um montante de 116.680.169 t/ano. Ao analisar as Grandes Regiões, nota-se a supremacia da Região Sudeste, com 68% da geração nacional.

A agroindústria da cana-de-açúcar gera ainda, após a destilação fracionada do caldo da cana, um resíduo pastoso, chamado de vinhaça ou vinhoto. Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**4 está representada a geração deste tipo de resíduo. Como se pode perceber, mais uma vez, o estado de São Paulo é o maior gerador, com 350.040.508 m³/ano, por também ser o maior produtor nacional de cana-de-açúcar.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 5 - Dados da cultura da cana-de-açúcar para o ano de 2009

Estado	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Perdas (%)	Produção total colhida(t)	Produção perdida estimada (t)
RO	4.220	4.220	0,00	253.277	0
AC	2.541	773	69,58	38.650	88.400
AM	6.050	6.050	0,00	368.050	0
RR	559	399	28,62	1.376	552
PA	9.973	9.773	2,01	698.845	14.302
AP	70	70	0,00	1.395	0
TO	9.654	8.651	10,39	664.284	77.017
Norte	**33.067**	**29.936**	**9,47**	**2.025.877**	**180.271**
MA	46.112	46.072	0,09	2.824.701	2.452
PI	12.866	12.866	0,00	859.513	0
CE	42.706	42.706	0,00	2.323.937	0
RN	67.597	67.582	0,02	4.259.996	946
PB	122.888	122.888	0,00	6.302.570	0
PE	352.276	352.276	0,00	19.445.241	0
AL	434.005	434.005	0,00	26.804.130	0
SE	41.931	41.931	0,00	2.607.155	0
BA	82.045	82.045	0,00	4.630.196	0
Nordeste	**1.202.426**	**1.202.371**	**0,00**	**70.057.439**	**3.398**
MG	715.628	715.628	0,00	58.384.105	0
ES	80.162	80.162	0,00	5.249.775	0
RJ	135.130	135.130	0,00	6.481.715	0
SP	4.887.820	4.687.325	4,10	388.933.898	16.636.205
Sudeste	**5.818.740**	**5.618.245**	**3,45**	**459.049.493**	**16.636.205**
PR	595.371	595.371	0,00	53.831.791	0
SC	17.646	17.177	2,66	699.068	19.087
RS	36.688	36.567	0,33	1.254.475	4.151
Sul	**649.705**	**649.115**	**0,09**	**55.785.334**	**23.238**
MS	285.993	285.993	0,00	25.228.392	0
MT	241.668	213.164	11,79	16.209.589	2.167.524
GO	524.194	523.808	0,07	42.972.585	31.667
DF	783	783	0,00	66.248	0
Centro-Oeste	**1.052.638**	**1.023.748**	**2,74**	**84.476.814**	**2.199.191**
Brasil	**8.756.576**	**8.523.415**	**2,66**	**671.394.957**	**19.042.304**

Fonte: adaptado de IBGE (2010)

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 6 - Dados da cultura da cana-de-açúcar

Número de Unidades produtoras	Produção de Açúcar (t)	Produção de Álcool (l)
324	24.820 milhões	14.720 milhões

Produção de Cana	Produção de resíduos		
1 t	Vinhaça (l)	Torta de filtro (kg)	Bagaço (kg)
	800 a 1.000	100 a 400	260
357 milhões de t	Vinhaça (m³)	Torta de filtro (t)	Bagaço (t)
	285 a 357 milhões	35 a 142 milhões	92 milhões

Fonte: Spadotto e Ribeiro (2006)

VERSÃO PRELIMINAR

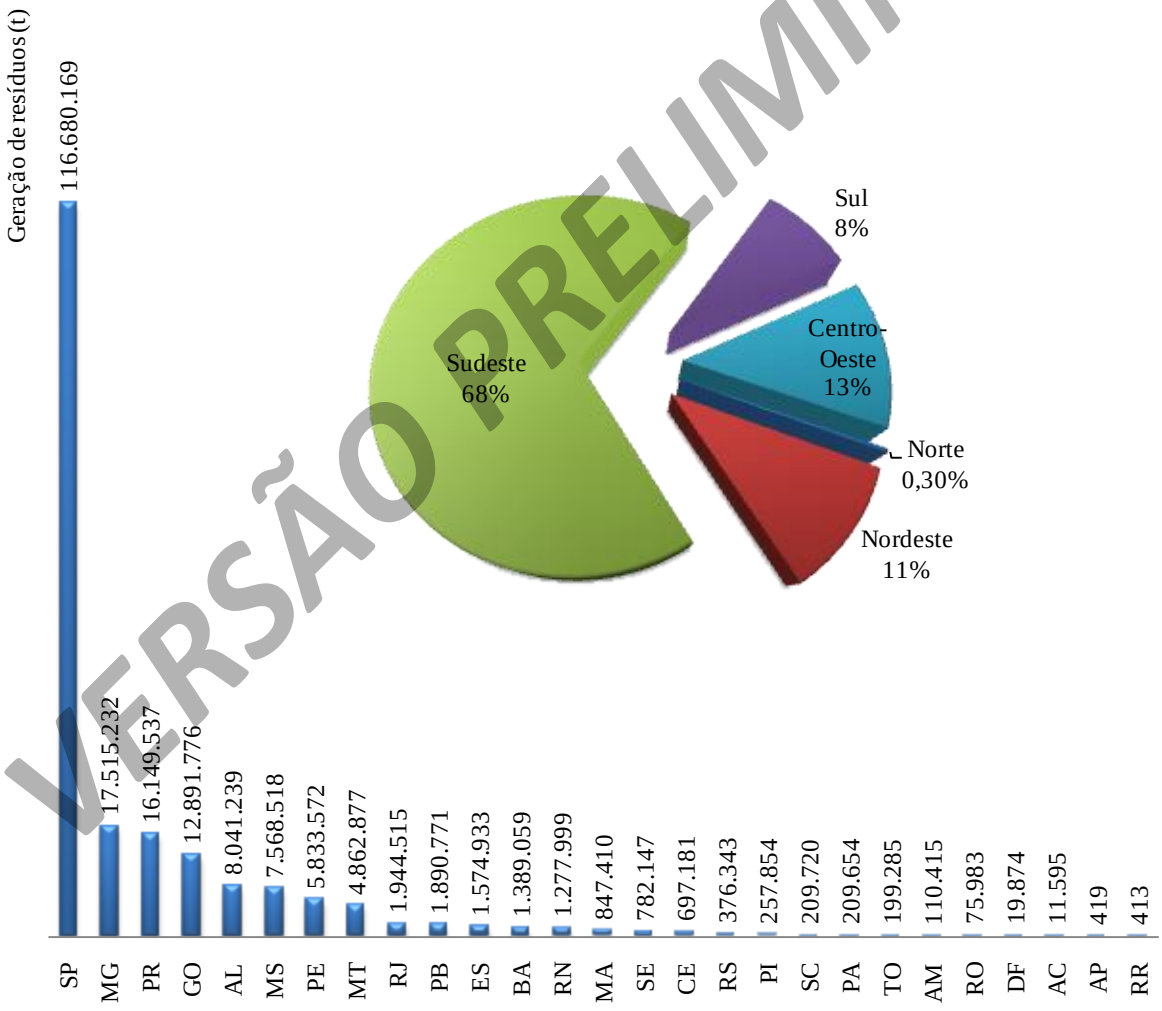


Figura 3 - Geração de resíduos na agroindústria da cana-de-açúcar nos Estados e Regiões do Brasil (bagaço e tortas de filtro), ano base 2009.

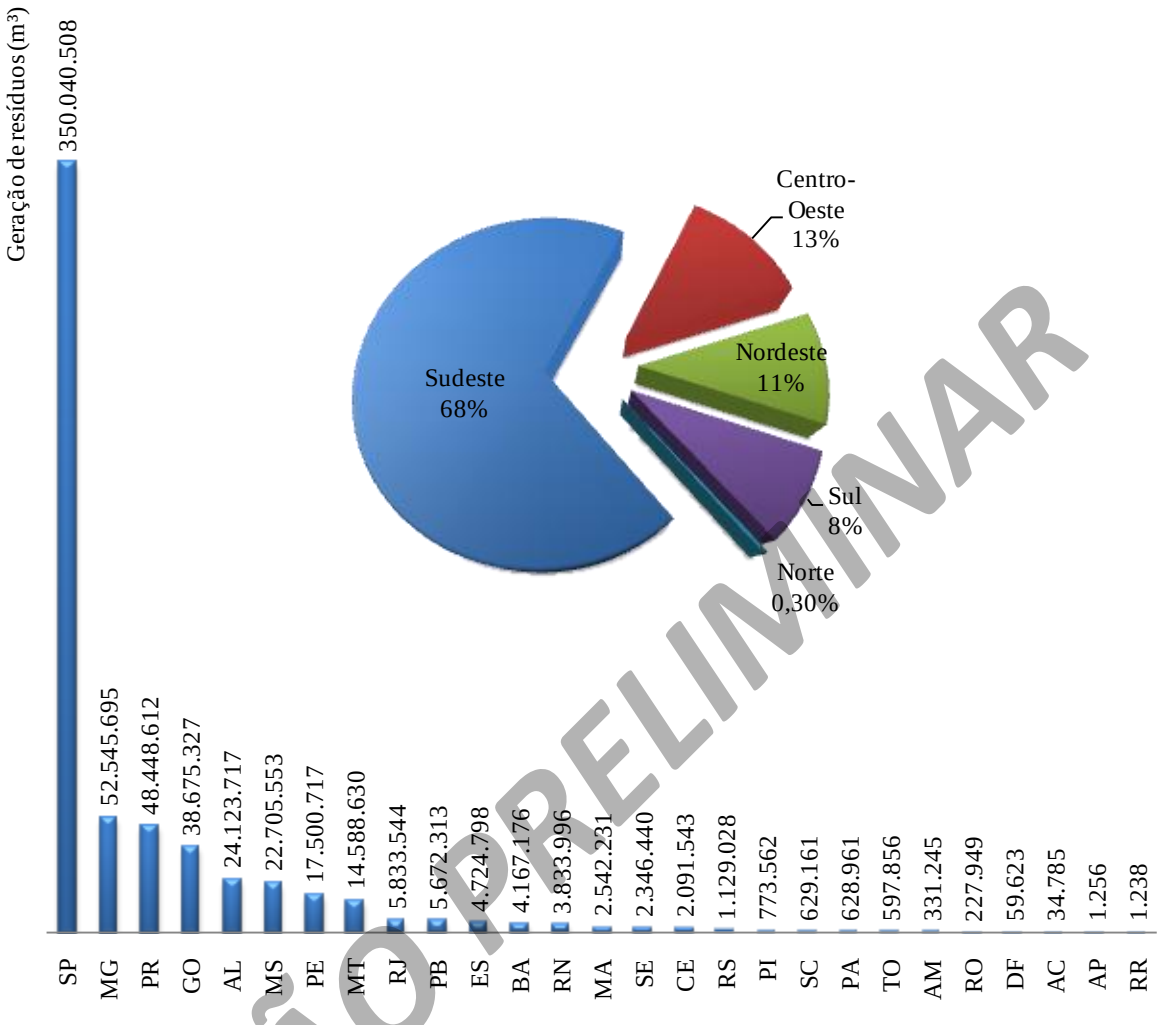


Figura 4 - Geração de resíduos na agroindústria da cana-de-açúcar nos Estados e Regiões do Brasil (vinhaça), ano base 2009.

VERSÃO PRELIMINAR

D. FEIJÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de feijão com produção média anual de 3,5 milhões de toneladas. Os maiores produtores são o Paraná, que colheu 298 mil toneladas na safra 2009/2010, e Minas Gerais, com a produção de 214 mil toneladas no mesmo período. A safra tem taxa anual de aumento projetada de 1,77 %, de acordo com estudo da Assessoria de Gestão Estratégica do Ministério da Agricultura.

Os dados também mostram crescimento no consumo de cerca de 1,22 % ao ano, no período 2009/2010 a 2019/2020, passando de 3,7 milhões de toneladas para 4,31 milhões de toneladas. As projeções indicam também a possibilidade de importação de feijão nos próximos anos (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2011).

Na Tabela 7 constam os dados de área plantada, área colhida, produção total colhida e produção perdida estimada, bem como o percentual de perda na agricultura do feijão no ano de 2009. As perdas para a cultura do feijão chegam a 30,34 % para o Estado do Rio Grande do Norte. Foi estimada uma perda total de 88.704 toneladas de feijão no Brasil, ou seja, essa seria a biomassa de resíduos da produção perdida que deve ter permanecido no local de plantio.

Conforme ABIB (2011), os resíduos do processamento feijão são constituídos da palha e vagem, totalizando um fator residual de 53 % sobre o peso produzido.

A geração de resíduos provenientes do processamento da cultura do feijão nos Estados e nas Regiões do Brasil no ano de 2009 é mostrada na Figura 5. Observa-se que o estado do Paraná foi o maior gerador de resíduos no Brasil, gerando um montante de 417.205 t/ano. Ao analisar as Grandes Regiões, nota-se que o maior gerador de resíduos foi a Região Sul, com participação de 31,30%.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 7 - Dados da cultura do feijão para o ano de 2009

Estado	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Perdas (%)	Produção total colhida (t)	Produção perdida estimada (t)
RO	66.681	66.681	0,00	46.580	0
AC	9.014	8.964	0,55	4.960	28
AM	3.235	3.235	0,00	3.185	0
RR	3.000	2.987	0,43	1.992	9
PA	60.718	54.588	10,10	35.236	3.957
AP	1.738	1.738	0,00	1.260	0
TO	20.699	20.699	0,00	24.970	0
Norte	**165.085**	**158.892**	**3,75**	**118.183**	**3.993**
MA	96.393	95.619	0,80	42.585	345
PI	245.512	241.833	1,50	61.978	943
CE	610.267	586.525	3,89	129.827	5.255
RN	77.837	54.220	30,34	22.422	9.767
PB	205.536	191.871	6,65	51.764	3.687
PE	343.791	311.672	9,34	129.965	13.393
AL	80.418	77.270	3,91	35.628	1.451
SE	42.213	42.213	0,00	28.369	0
BA	615.839	554.321	9,99	341.989	37.954
Nordeste	**2.317.806**	**2.155.544**	**7,00**	**844.527**	**72.794**
MG	420.538	415.999	1,08	602.274	6.571
ES	22.419	22.419	0,00	18.979	0
RJ	5.181	5.181	0,00	4.853	0
SP	152.374	152.032	0,22	292.684	658
Sudeste	**600.512**	**595.631**	**0,81**	**918.790**	**7.230**
PR	642.816	641.236	0,25	787.180	1.940
SC	129.113	129.113	0,00	178.516	0
RS	117.663	117.007	0,56	125.607	704
Sul	**889.592**	**887.356**	**0,25**	**1.091.303**	**2.644**
MS	19.677	17.806	9,51	16.610	1.745
MT	153.525	153.285	0,16	190.128	298
GO	113.928	113.928	0,00	261.925	0
DF	17.549	17.549	0,00	45.297	0
Centro-Oeste	**304.679**	**302.568**	**0,69**	**513.960**	**2.043**
Brasil	**4.277.674**	**4.099.991**	**4,15**	**3.486.763**	**88.704**

Fonte: adaptado de IBGE (2010)

VERSÃO PRELIMINAR

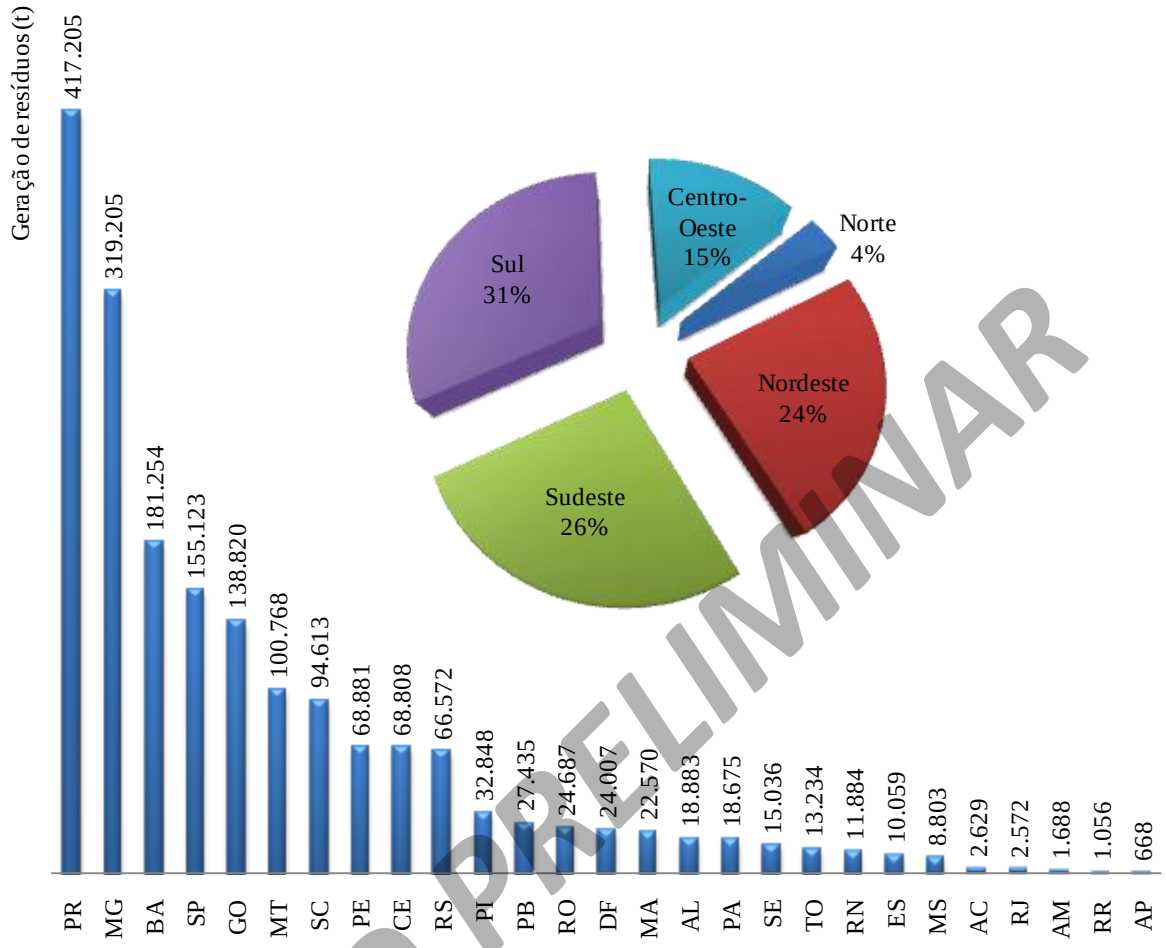


Figura 5 - Geração de resíduos no processamento da cultura do feijão nos Estados e Regiões do Brasil, ano base 2009

VERSÃO PRELIMINAR

E. ARROZ

O Brasil é o nono maior produtor mundial de arroz, colhendo 11,26 milhões de toneladas na safra 2009/2010 (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2011). A produção está distribuída nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Mato Grosso. As projeções de produção e consumo de arroz, avaliadas pela Assessoria de Gestão Estratégica do Mapa, mostram que o Brasil vai colher 14,12 milhões de toneladas de arroz na safra 2019/2020, o que equivale ao aumento anual da produção de 1,15% nos próximos dez anos, segundo o Ministério da Agricultura (2011).

Na Tabela 8 constam os dados de área plantada, área colhida, produção total colhida e produção perdida estimada, bem como o percentual de perda na cultura do arroz no ano de 2009. As perdas da cultura chegaram a 11,26% para o Estado do Piauí. A produção total perdida no Brasil foi estimada em 55.483 toneladas, ou seja, essa seria a biomassa de resíduos das perdas que deve ter permanecido no local de plantio.

Conforme ABIB (2011) estima-se que a cultura do arroz produza cerca de 200 t de biomassa para cada 1.000 t de grãos colhidos. Assim, pode-se considerar que para o processamento do arroz gera-se 20% de resíduos de casca.

A geração de resíduos provenientes da agroindústria do arroz no ano de 2009 nos Estados e Regiões do País é mostrada na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**6. Nesta, é possível observar que o estado do Rio Grande do Sul é o maior gerador de resíduos no Brasil, gerando um montante de 1.595.578 t. Ao analisar as Grandes Regiões, nota-se a grande participação da Região Sul, com 72% da geração nacional de resíduos.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 8 - Dados da cultura do arroz para o ano de 2009

Estado	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Perdas (%)	Produção total colhida (t)	Produção perdida estimada (t)
RO	68.912	68.762	0,22	159.151	347
AC	13.880	13.832	0,35	21.140	73
AM	5.556	5.556	0,00	9.986	0
RR	15.500	15.500	0,00	85.325	0
PA	157.021	156.347	0,43	302.989	1.306
AP	3.650	3.635	0,41	4.053	17
TO	127.908	127.908	0,00	376.749	0
Norte	**392.427**	**391.540**	**0,23**	**959.393**	**1.743**
MA	472.621	459.345	2,81	609.290	17.610
PI	145.584	129.197	11,26	212.599	26.965
CE	34.923	34.776	0,42	93.388	395
RN	2.606	2.586	0,77	10.435	81
PB	7.581	6.815	10,10	8.437	948
PE	3.730	3.730	0,00	20.035	0
AL	3.056	3.030	0,85	17.589	151
SE	11.510	11.481	0,25	57.166	144
BA	32.855	32.855	0,00	58.089	0
Nordeste	**714.466**	**683.815**	**4,29**	**1.087.028**	**46.294**
MG	57.693	57.092	1,04	128.310	1.351
ES	1.460	1.460	0,00	4.335	0
RJ	2.207	2.207	0,00	7.950	0
SP	15.691	15.691	0,00	58.346	0
Sudeste	**77.051**	**76.450**	**0,78**	**198.941**	**1.351**
PR	43.729	43.729	0,00	167.349	0
SC	148.900	148.808	0,06	1.034.209	639
RS	1.110.601	1.109.976	0,06	7.977.888	4.492
Sul	**1.303.230**	**1.302.513**	**0,06**	**9.179.446**	**5.132**
MS	34.217	34.167	0,15	181.623	266
MT	280.707	280.547	0,06	792.671	452
GO	103.045	102.945	0,10	252.583	245
DF	59	59	0,00	89	0
Centro-Oeste	**418.028**	**417.718**	**0,07**	**1.226.966**	**963**
Brasil	**2.905.202**	**2.872.036**	**1,14**	**12.651.774**	**55.483**

Fonte: adaptado de IBGE (2010)

VERSÃO PRELIMINAR

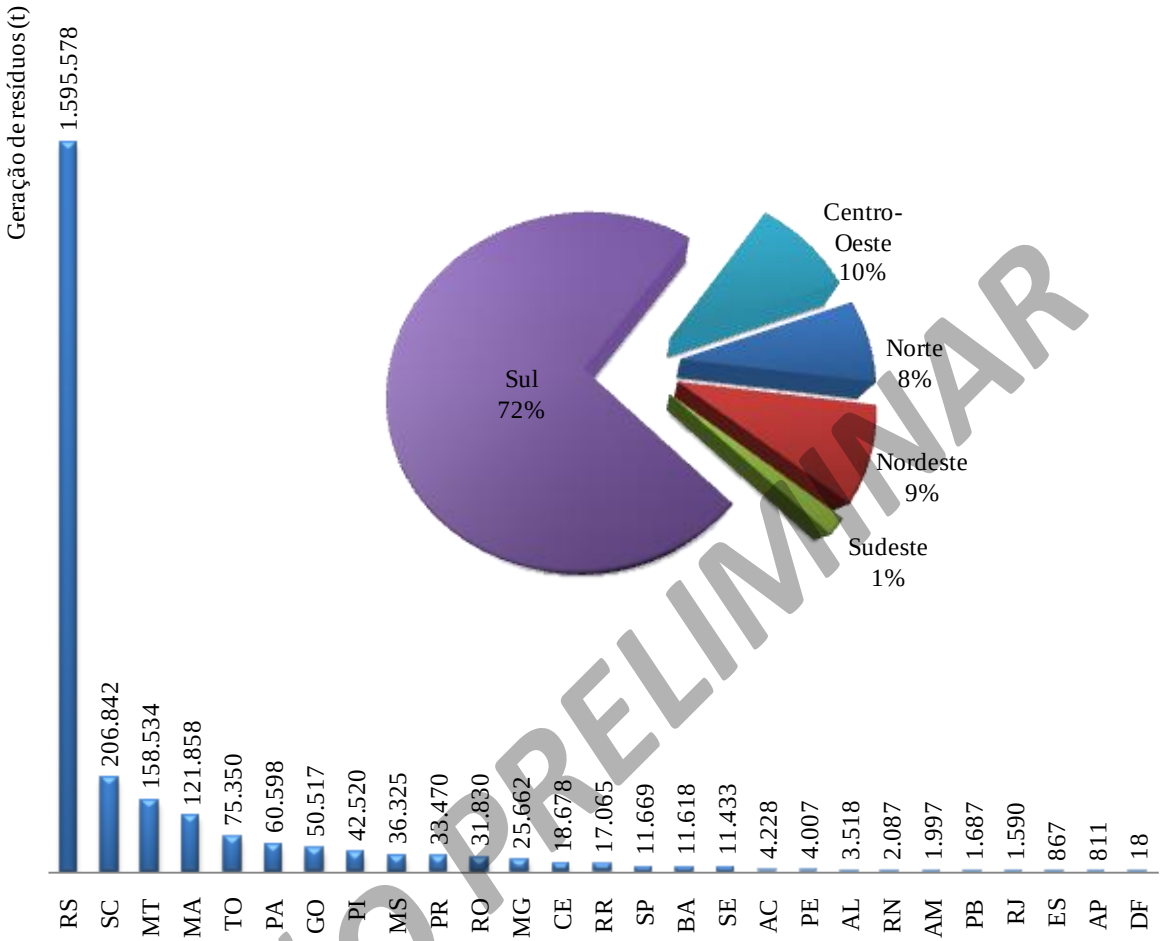


Figura 6 - Geração de resíduos na agroindústria do arroz nos Estados e Regiões do Brasil, ano base 2009.

VERSÃO PRELIMINAR

F. TRIGO

O trigo é o segundo cereal mais produzido no mundo, com significativo peso na economia agrícola global. No Brasil, o trigo é cultivado nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. A produção recebe reforço sistemático dos órgãos de governo, uma vez que as condições climáticas são desfavoráveis à cultura (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2011).

A produção nacional de trigo em grão obtida em 2010, para ambas as safras, totaliza 56,1 milhões de toneladas. O Paraná é o principal produtor nacional de trigo (24,2 %), com volume de produção entre a primeira (6,9 milhões de toneladas) e a segunda safra (6,6 milhões de toneladas) (ABIB, 2011).

Na Tabela 9 constam os dados de área plantada, área colhida e produção total, bem como o percentual de perda na cultura do trigo, no ano de 2009. Observa-se que essa cultura é plantada principalmente na Região Sul, não sendo cultivada nas regiões Norte e Nordeste. A percentagem de perda foi mais expressiva para o Estado de Santa Catarina (2,91%), sendo estimada, para o Brasil, uma perda total de 19.426 toneladas de trigo no ano de 2009.

Conforme determinado no estudo realizado pela ABIB (2011), os resíduos da agroindústria do trigo equivalem a um fator percentual de 60%.

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**7, encontra-se a estimativa da geração de resíduos provenientes da agroindústria do trigo nos Estados e nas Regiões do País. Observa-se que o estado do Paraná é o maior gerador de resíduos no Brasil, gerando um montante de 1.489.666 t/ano. Ao analisar as Grandes Regiões, nota-se que a produção de resíduos está concentrada na Região Sul, com 92 % de participação.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 9 - Dados da cultura do trigo para o ano de 2009

Estado	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Perdas (%)	Produção total colhida (t)	Produção perdida estimada (t)
RO	0	0	0	0	0
AC	0	0	0	0	0
AM	0	0	0	0	0
RR	0	0	0	0	0
PA	0	0	0	0	0
AP	0	0	0	0	0
TO	0	0	0	0	0
Norte	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
MA	0	0	0	0	0
PI	0	0	0	0	0
CE	0	0	0	0	0
RN	0	0	0	0	0
PB	0	0	0	0	0
PE	0	0	0	0	0
AL	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0
BA	0	0	0	0	0
Nordeste	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
MG	22.987	22.887	0,44	100.979	441
ES	0	0	0,00	0	0
RJ	0	0	0,00	0	0
SP	59.738	59.738	0,00	111.224	0
Sudeste	**82.725**	**82.625**	**0,12**	**212.203**	**441**
PR	1.308.792	1.308.792	0,00	2.482.776	0
SC	117.176	113.771	2,91	275.193	8.236
RS	859.790	855.670	0,48	1.912.138	9.207
Sul	**2.285.758**	**2.278.233**	**0,33**	**4.670.107**	**17.443**
MS	44.254	43.354	2,03	74.288	1.542
MT	0	0	0,00	0	0
GO	22.438	22.438	0,00	84.472	0
DF	3.603	3.603	0,00	14.455	0
Centro-Oeste	**70.295**	**69.395**	**1,28**	**173.215**	**1.542**
Brasil	**2.438.778**	**2.430.253**	**0,35**	**5.055.525**	**19.426**

Fonte: adaptado de IBGE (2010)

VERSÃO PRELIMINAR

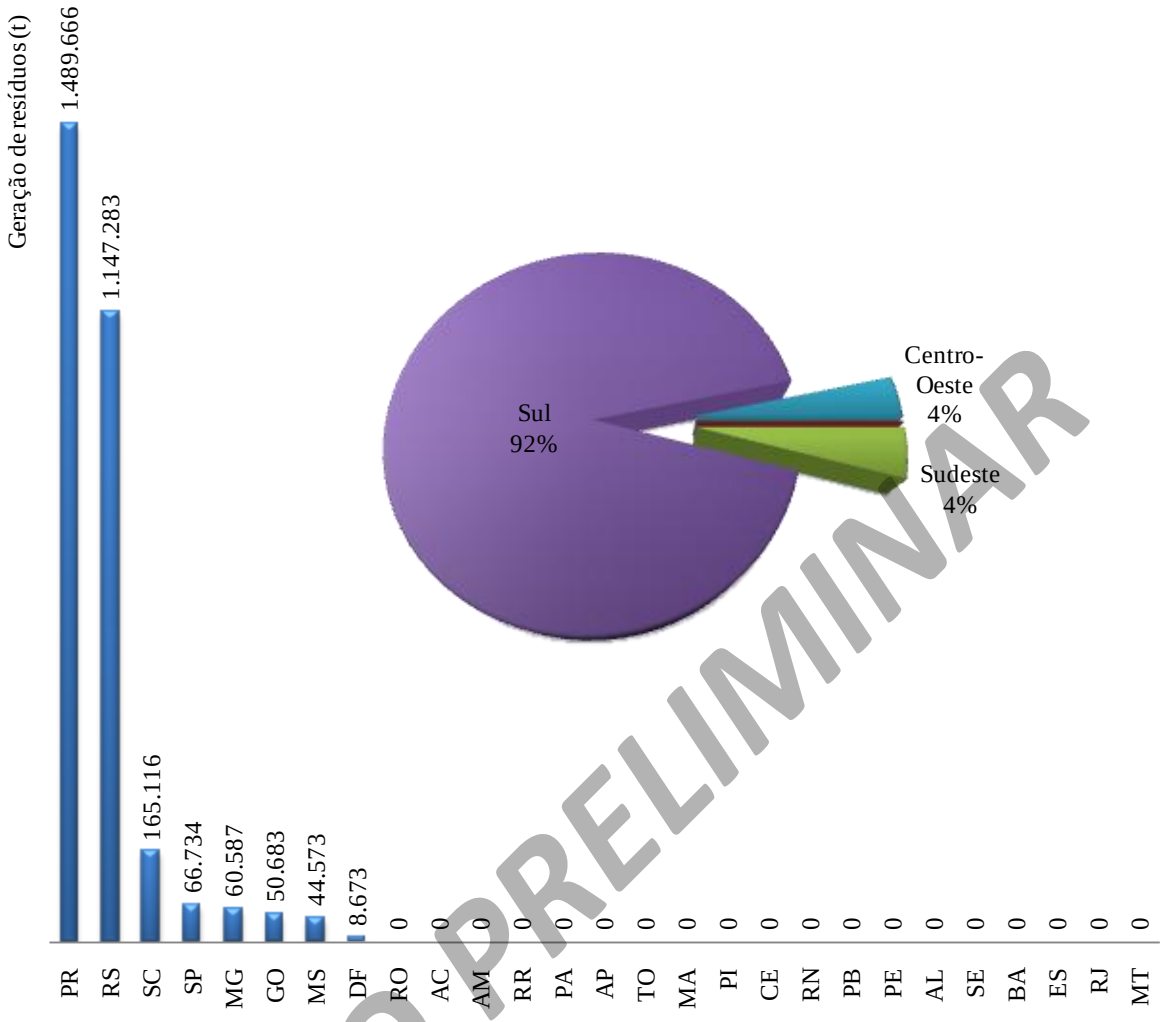


Figura 7 - Geração de resíduos na agroindústria do trigo nos Estados e Regiões do Brasil, ano base 2009.

VERSÃO PRELIMINAR

G. MANDIOCA

A mandioca é cultivada em todos os estados brasileiros, situando-se entre os nove primeiros produtos agrícolas do País, em termos de área cultivada, e o sexto em valor de produção (EMBRAPA, 2011). O Brasil possui aproximadamente dois milhões de hectares, sendo um dos maiores produtores mundiais, com produção 23 milhões de toneladas de raízes frescas de mandioca. A região Nordeste tradicionalmente caracteriza-se pelo sistema de policultivo, ou seja, mistura de mandioca com outras espécies alimentares de ciclo curto, principalmente feijão, milho e amendoim (FRAIRE FILHO e BAHIA, s.d.).

Na Tabela 10 constam os dados de área plantada, área colhida, perdas percentuais de área de produção, produção total colhida e produção perdida estimada na cultura da mandioca no ano de 2009. A percentagem de perda mais expressiva chegou a 17,14 % para o Estado de Santa Catarina. Foi estimado um total de produção perdida de 594.303 toneladas para o Brasil nesse ano, resíduos que devem ter permanecido nos locais de plantio.

Não foi possível estimar a geração de resíduos no processamento da cultura da mandioca, por inexistência de informações a respeito. A cultura da mandioca, portanto, não será avaliada para o potencial energético.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 10 - Dados da cultura da mandioca para o ano de 2009

Estado	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Perdas (%)	Produção total colhida (t)	Produção perdida estimada (t)
RO	29.707	29.684	0,08	499.942	387
AC	29.977	25.891	13,63	561.466	88.608
AM	97.393	97.393	0,00	995.876	0
RR	6.210	5.800	6,60	77.192	5.457
PA	298.096	289.980	2,72	4.548.748	127.311
AP	10.300	10.250	0,49	116.649	569
TO	21.724	18.552	14,60	347.161	59.357
Norte	**493.407**	**477.550**	**3,21**	**7.147.034**	**281.689**
MA	188.351	182.033	3,35	1.216.413	42.219
PI	60.249	59.991	0,43	529.721	2.278
CE	103.966	103.707	0,25	68.625	171
RN	52.367	51.656	1,36	587.233	8.083
PB	27.749	27.749	0,00	262.076	0
PE	59.498	59.090	0,69	655.919	4.529
AL	22.200	22.200	0,00	312.238	0
SE	33.094	33.094	0,00	491.367	0
BA	271.595	271.595	0,00	3.437.100	0
Nordeste	**819.069**	**811.115**	**0,97**	**7.560.692**	**57.280**
MG	56.841	56.806	0,06	864.161	532
ES	15.202	15.202	0,00	259.485	0
RJ	9.539	9.539	0,00	130.564	0
SP	46.100	40.907	11,26	982.070	124.670
Sudeste	**127.682**	**122.454**	**4,09**	**2.236.280**	**125.203**
PR	153.131	153.131	0,00	3.654.710	0
SC	36.548	30.284	17,14	552.169	114.212
RS	83.669	83.669	0,00	1.281.899	0
Sul	**273.348**	**267.084**	**2,29**	**5.488.778**	**114.212**
MS	23.759	23.759	0,00	459.011	0
MT	36.924	35.844	2,92	525.617	15.837
GO	21.861	21.856	0,02	355.291	81
DF	916	916	0,00	13.578	0
Centro-Oeste	**83.460**	**82.375**	**1,30**	**1.353.497**	**15.918**
Brasil	**371.598**	**364.195**	**1,99**	**23.786.281**	**594.303**

Fonte: adaptado de IBGE (2010)

VERSÃO PRELIMINAR

2.1.2.3.2 Culturas permanentes

A. CAFÉ

De acordo com o IBGE (2010), o Brasil produziu cerca de 1,4 milhões de toneladas de café durante o ano de 2009, com uma área plantada de 2.211.633 ha, sendo colhido um total de 2.201.335 ha. Na Tabela 11 constam os dados de área plantada, área colhida, produção total colhida e produção perdida estimada, bem como o percentual de perda na cultura para os Estados e Regiões do Brasil.. As perdas na cultura do café foram relativamente baixas, exceto para o Estado do Mato Grosso, que apresentou um percentual de perda de 36,43 %. O total da produção perdida de café no Brasil foi estimada em 5.711 toneladas.

Segundo Woiciechowski et al. (s.d.), para cada tonelada de café torrado e moído se produz uma tonelada de cascas e palha. Para Kihel (1985 *apud* VALE et al., 2007) de 45 a 55% do grão maduro do café é resíduo, ou seja, uma tonelada de grão de café produz, em média, 50% de grão limpo e 50% de casca e polpa. Giomo (2006 *apud* VALE et al., 2007) afirma que, para café coco, com 10 a 12% de umidade, 50% é grão (endosperma) e 50% é casca mais pergaminho constituído por exocarpo e endocarpo. Por sua vez, neste diagnóstico, assumir-se-á uma percentagem de geração de 50% de resíduos sobre a parcela total de café processado.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.**8 mostra a geração de resíduos da agroindústria do café nos Estados e nas Regiões do País. Observa-se que o estado de Minas Gerais é o maior gerador de resíduos no Brasil, gerando um montante de 597.744 t/ano. Ao analisar as Grandes Regiões, nota-se que a produção está concentrada na Região Sudeste, com 83% de participação na geração nacional.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 11 - Dados da cultura do café para o ano de 2009

Estado	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Perdas (%)	Produção total colhida (t)	Produção perdida estimada (t)
RO	152.999	152.999	0,00	92.019	0
AC	837	837	0,00	900	0
AM	5.706	5.664	0,74	5.721	42
RR	0	0	0,00	0	0
PA	12.394	12.394	0,00	12.731	0
AP	0	0	0,00	0	0
TO	0	0	0,00	0	0
Norte	**171.936**	**171.894**	**0,02**	**111.371**	**42**
MA	0	0	0,00	0	0
PI	0	0	0,00	0	0
CE	7.436	7.436	0,00	3.289	0
RN	0	0	0,00	0	0
PB	0	0	0,00	0	0
PE	3.943	3.943	0,00	1.865	0
AL	5	5	0,00	3	0
SE	0	0	0,00	0	0
BA	155.047	155.047	0,00	176.851	0
Nordeste	**166.431**	**166.431**	**0,00**	**182.008**	**0**
MG	1.011.356	1.011.356	0,00	1.195.488	0
ES	489.754	489.754	0,00	619.656	0
RJ	13.923	13.923	0,00	15.893	0
SP	237.942	236.529	0,59	198.101	1.183
Sudeste	**1.752.975**	**1.751.562**	**0,08**	**2.029.138**	**1.183**
PR	85.324	85.324	0,00	89.213	0
SC	0	0	0,00	0	0
RS	0	0	0,00	0	0
Sul	**85.324**	**85.324**	**0,00**	**89.213**	**0**
MS	1.273	1.273	0,00	991	0
MT	24.024	15.272	36,43	7.653	4.386
GO	8.769	8.769	0,00	18.802	0
DF	901	810	10,10	881	99
Centro-Oeste	**34.967**	**26.124**	**25,29**	**28.327**	**4.485**
Brasil	**2.211.633**	**2.201.335**	**0,47**	**2.440.057**	**5.711**

Fonte: adaptado de IBGE (2010)

VERSÃO PRELIMINAR

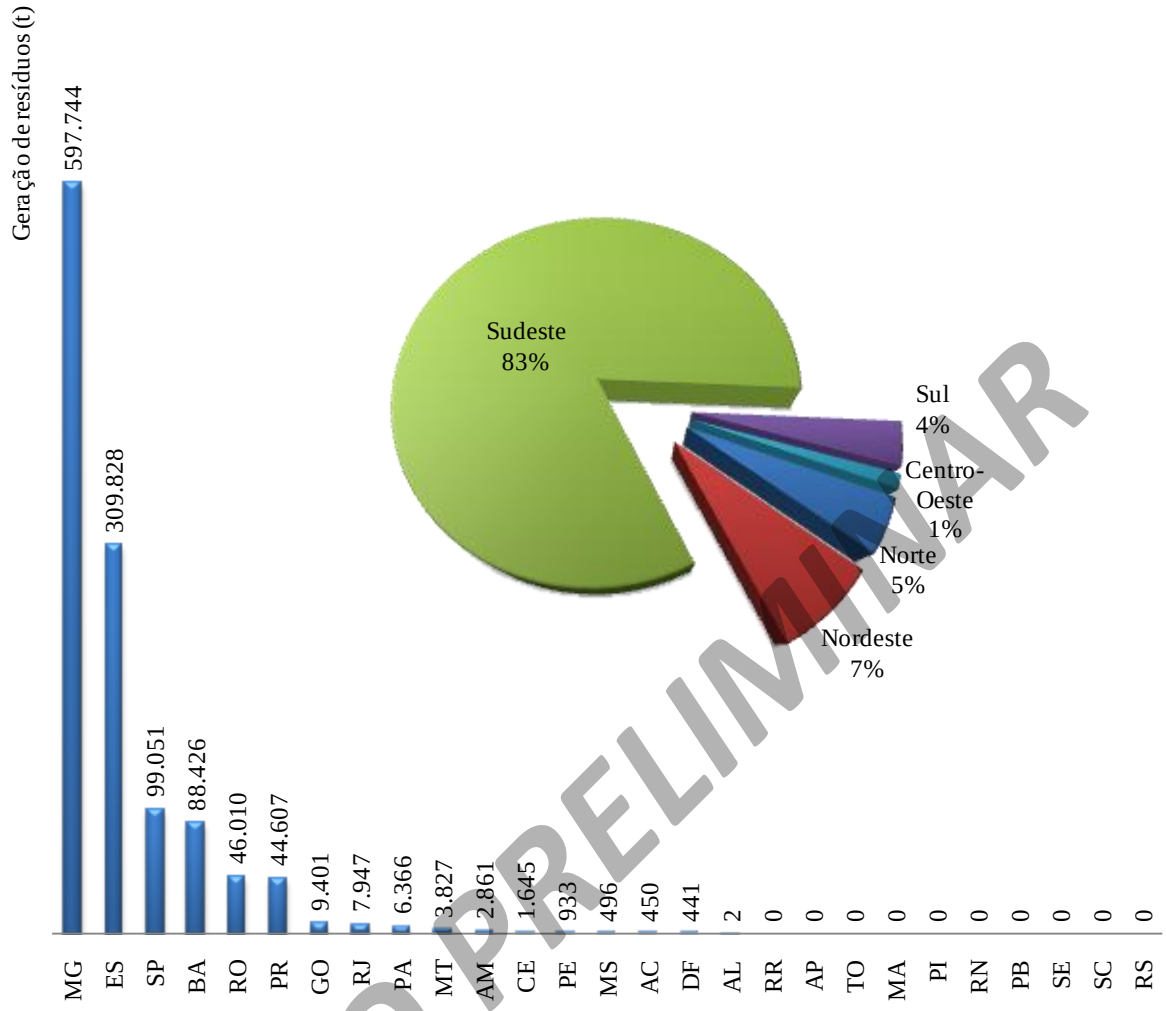


Figura 8 - Geração de resíduos na agroindústria do café nos Estados e Regiões do Brasil, ano base 2009.

VERSÃO PRELIMINAR

B. CACAU

O cacaueiro é originário da Floresta Amazônica, nas regiões tropicais da América do Sul e Central, onde foi utilizado até como moeda pelos pipiles, povo indígena pré-colombiano de El Salvador, que com ele pagavam tributos e compravam todo tipo de mercadoria (CUENCA E NAZÁRIO, 2004). No Brasil, o cacau adaptou-se perfeitamente ao clima e solos do Sul da Bahia, trazendo muita prosperidade para a região de Ilhéus, constituindo-se num dos pilares fundamentais para o desenvolvimento regional.

Dentre os principais usos do cacau, cita-se a extração da pectina da casca do cacau para a fabricação de ração animal e fertilizante orgânico, a fabricação de sucos, geléias, destilados, fermentados, xaropes, néctares, sorvetes, doces e iogurtes, utilização na indústria cosmética e farmacêutica, entre outros (PEREIRA, s.d.). Entretanto, é através da extração das sementes que se obtém o produto mais popular e consumido do cacau: o chocolate. As sementes passam por um processo de fermentação transformando-se em amêndoas, as quais servirão de base para a confecção do cacau em pó e da manteiga de cacau – este sendo matéria-prima para o chocolate. Essa produção gera grandes quantidades de resíduos da fruta do cacaueiro que são geralmente abandonados nas plantações e utilizados apenas como fertilizante para o cacaueiro, procedimento que, quando mal realizado, pode permitir a propagação de doenças que acabam gerando a necessidade de uso de produtos químicos.

Na Tabela 12 constam os dados de área plantada, área colhida, produção total colhida e produção perdida estimada, bem como o percentual de perda na produção para a cultura do cacau no ano de 2009. A cultura não apresentou perdas expressivas nesse ano, entretanto, no Estado do Rio de Janeiro, teve perda total da sua produção. Foi estimada uma produção total perdida de 9.848 toneladas de cacau no Brasil no ano de 2009, cujos resíduos devem ter permanecido nos locais de plantio.

Conforme a ABIB (2011), o resíduo proveniente do beneficiamento do cacau é a casca, e o fator residual quantitativo é de 38%, ou seja, este quantitativo representa o rejeito gerado na agroindústria do cacau.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 12 - Dados da cultura do cacau para o ano de 2009

Estado	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Perdas (%)	Produção total colhida (t)	Produção perdida estimada (t)
RO	28.891	28.891	0,00	17.485	0
AC	0	0	0,00	0	0
AM	1.087	1.087	0,00	869	0
RR	0	0	0,00	0	0
PA	70.279	70.279	0,00	54.216	0
AP	0	0	0,00	0	0
TO	0	0	0,00	0	0
Norte	**100.257**	**100.257**	**0,00**	**72.570**	**0**
MA	0	0	0,00	0	0
PI	0	0	0,00	0	0
CE	0	0	0,00	0	0
RN	0	0	0,00	0	0
PB	0	0	0,00	0	0
PE	0	0	0,00	0	0
AL	0	0	0,00	0	0
SE	0	0	0,00	0	0
BA	549.769	513.935	6,52	137.929	9.617
Nordeste	**549.769**	**513.935**	**6,52**	**137.929**	**9.617**
MG	168	168	0,00	100	0
ES	20.798	20.793	0,02	7.580	2
RJ	5	0	100,00	0	0
SP	16	16	0,00	8	0
Sudeste	**20.987**	**20.977**	**0,05**	**7.688**	**2**
PR	0	0	0,00	0	0
SC	0	0	0,00	0	0
RS	0	0	0,00	0	0
Sul	**0**	**0**	**0,00**	**0**	**0**
MS	0	0	0,00	0	0
MT	1.422	806	43,32	300	229
GO	0	0	0,00	0	0
DF	0	0	0,00	0	0
Centro-Oeste	**1.422**	**806**	**43,32**	**300**	**229**
Brasil	**672.435**	**635.975**	**5,42**	**218.487**	**9.848**

Fonte: adaptado de IBGE (2010)

VERSÃO PRELIMINAR

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** é mostrada a geração de resíduos provenientes da agroindústria do cacau nos Estados e nas Regiões do Brasil. Observa-se que o estado da Bahia é o maior gerador de resíduos no Brasil, gerando um montante de 52.413 t/ano.

Ao analisar as Grandes Regiões, nota-se que a produção está concentrada na Região Nordeste, com 63% de participação nacional, já a Região Sudeste não contribuí nem na produção de cacau nem na consequente geração de resíduos.

VERSÃO PRELIMINAR

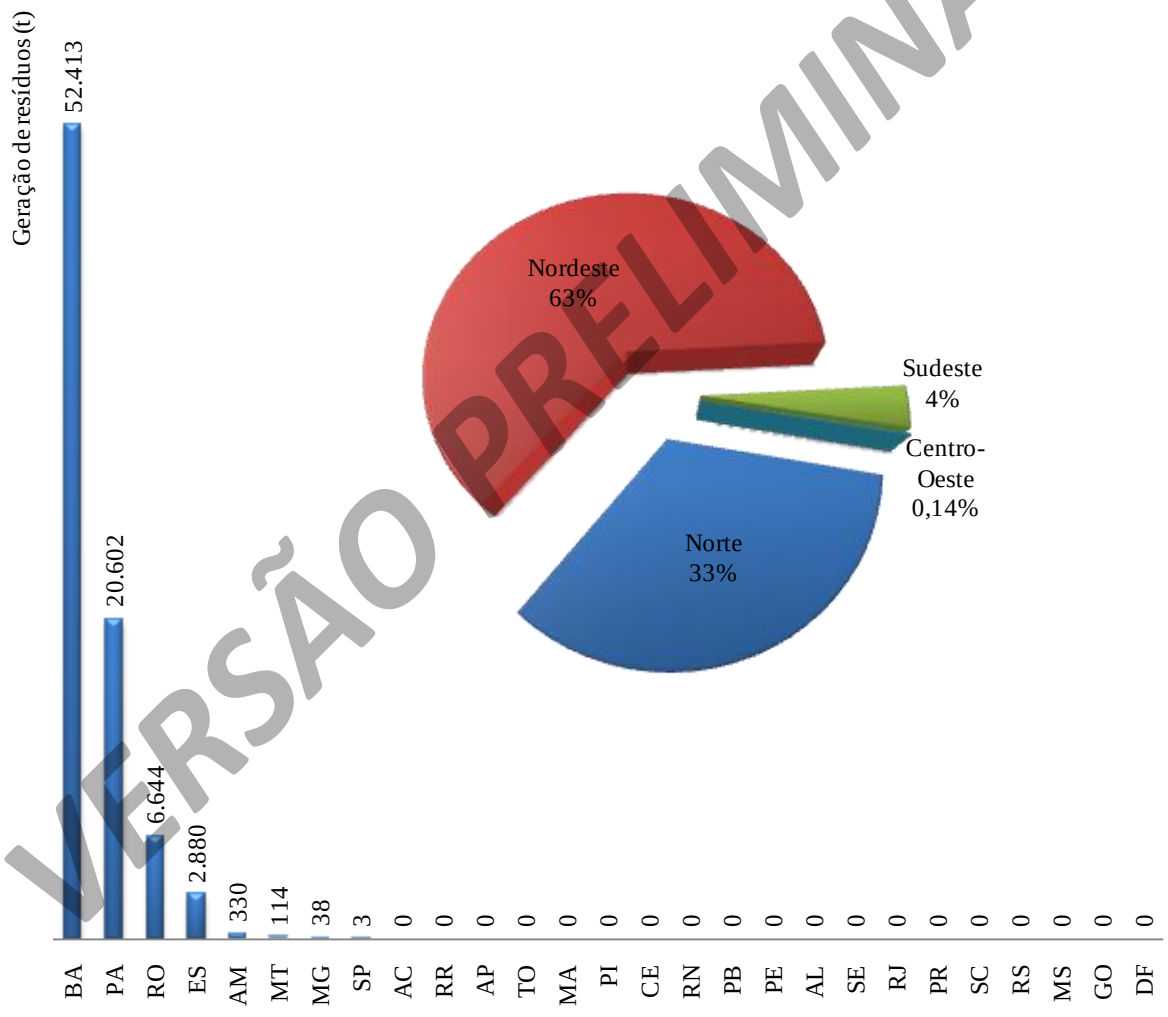


Figura 1 - Geração de resíduos na agroindústria do cacau nos Estados e Regiões do Brasil, ano base 2009.

C. BANANA

A banana é uma fruta tropical que cresce em regiões quentes do mundo e sua produção dá-se o ano inteiro (ROSSO, 2010). Conforme Embrapa (2011), o Brasil é o 2° maior produtor mundial, e o estado de São Paulo encontra-se como o maior produtor de banana nacional. Economicamente, a banana destaca-se como a segunda fruta mais importante em área colhida, quantidade produzida, valor da produção e consumo. É cultivada por grandes, médios e pequenos produtores, sendo 60% da produção proveniente da agricultura familiar.

Na Tabela 13 constam os dados de área plantada, área colhida, produção total colhida e produção perdida estimada, bem como o percentual de perda na cultura da banana no ano de 2009. Observa-se que a percentagem de perdas foi mais expressiva para o Estado do Tocantins (18,0 %). O total da produção perdida de banana no Brasil foi estimado em 43.833 toneladas nesse ano, sendo que esses resíduos devem ter permanecido nos locais de plantio.

No Brasil, segundo Folegatti e Matsuura (2002) a maior parte da produção de banana é consumida in-natura, onde cerca de 2,5% a 3,0% da produção são industrializados. Assim sendo, na Tabela 14 encontra-se a produção total da cultura da banana no ano de 2009, bem como a quantidade consumida in-natura e a quantidade industrializada. Como para este estudo está se avaliando o potencial energético dos resíduos agrosilvopastoris e suas agroindústrias associadas, para o caso da cultura da banana, considerar-se-á apenas o montante de resíduos gerados a partir da produção industrializada, visto que os demais resíduos farão parte dos resíduos sólidos urbanos, sendo aqui considerados em 3% a parcela da produção industrializada.

Segundo Silva et al. (2009), a exploração agroindustrial das atividades vinculadas à produção e industrialização da banana traz como consequência a geração de grandes quantidades de resíduos, um problema para o meio ambiente e para os responsáveis envolvidos neste processo. A prospecção é de que a produção de resíduos situe-se em torno de 50% para a banana (incluindo casca e engaço).

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 13 - Dados da cultura da banana para o ano de 2009

Estado	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Perdas (%)	Produção total colhida(t)	Produção perdida estimada (t)
RO	5.843	5.812	0,53	49.183	262
AC	5.950	5.219	12,29	50.109	7.019
AM	14.650	14.650	0,00	136.108	0
RR	5.670	4.640	18,17	45.000	9.989
PA	39.380	38.925	1,16	501.344	5.860
AP	1.500	1.432	4,53	5.849	278
TO	4.317	3.540	18,00	25.348	5.564
Norte	**77.310**	**74.218**	**4,00**	**812.941**	**28.972**
MA	10.350	10.350	0,00	109.353	0
PI	2.028	2.028	0,00	29.894	0
CE	44.748	44.742	0,01	429.506	58
RN	5.254	5.251	0,06	136.920	78
PB	17.478	17.478	0,00	267.468	0
PE	42.959	42.910	0,11	437.155	499
AL	4.247	4.247	0,00	47.282	0
SE	3.898	3.898	0,00	55.935	0
BA	65.487	65.487	0,00	1.015.505	0
Nordeste	**196.449**	**196.391**	**0,03**	**2.529.018**	**635**
MG	39.194	39.194	0,00	620.931	0
ES	19.757	19.757	0,00	55.935	0
RJ	22.876	22.876	0,00	155.216	0
SP	53.362	53.078	0,53	1.257.539	6.729
Sudeste	**135.189**	**134.905**	**0,21**	**2.089.621**	**6.729**
PR	9.900	9.900	0,00	229.683	0
SC	31.119	30.922	0,63	624.204	3.977
RS	12.291	12.291	0,00	121.640	0
Sul	**53.310**	**53.113**	**0,37**	**975.527**	**3.977**
MS	1.348	1.348	0,00	10.797	0
MT	6.105	5.958	2,41	50.331	1.242
GO	13.650	13.497	1,12	170.794	1.936
DF	201	184	8,46	3.710	343
Centro-Oeste	**21.304**	**20.987**	**1,49**	**235.632**	**3.521**
Brasil	**483.562**	**479.614**	**0,82**	**6.642.739**	**43.833**

Fonte: adaptado de IBGE (2010)

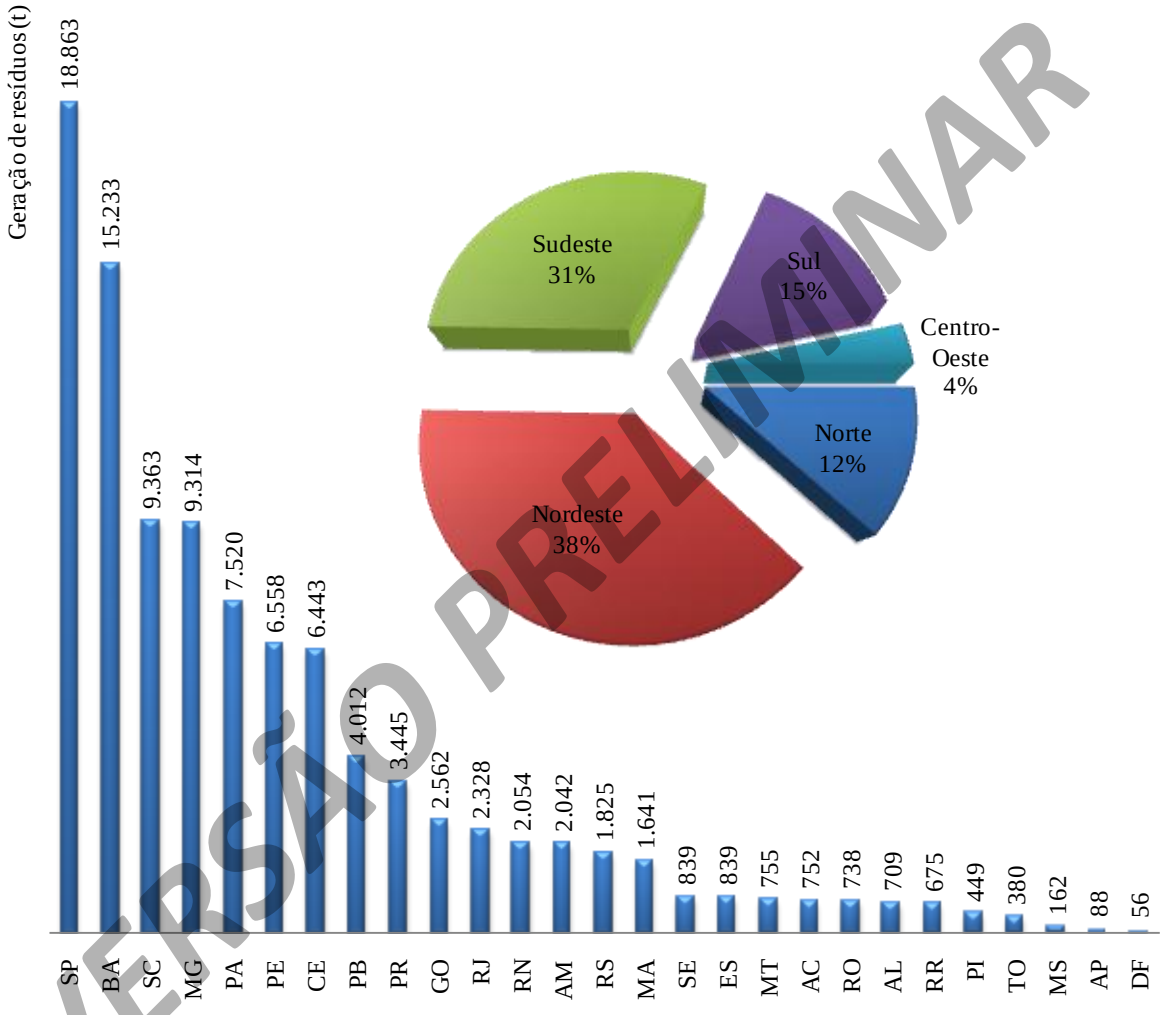
VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 14 - Produção e consumos da cultura da banana

Estado	Produção total (t)	Produção consumida in-natura (t)	Produção industrializada (t)
RO	49.183	47.708	1.475
AC	50.109	48.606	1.503
AM	136.108	132.025	4.083
RR	45.000	43.650	1.350
PA	501.344	486.304	15.040
AP	5.849	5.674	175
TO	25.348	24.588	760
Norte	**812.941**	**788.553**	**24.388**
MA	109.353	106.072	3.281
PI	29.894	28.997	897
CE	429.506	416.621	12.885
RN	136.920	132.812	4.108
PB	267.468	259.444	8.024
PE	437.155	424.040	13.115
AL	47.282	45.864	1.418
SE	55.935	54.257	1.678
BA	1.015.505	985.040	30.465
Nordeste	**2.529.018**	**2.453.147**	**75.871**
MG	620.931	602.303	18.628
ES	55.935	54.257	1.678
RJ	155.216	150.560	4.656
SP	1.257.539	1.219.813	37.726
Sudeste	**2.089.621**	**2.026.932**	**62.689**
PR	229.683	222.793	6.890
SC	624.204	605.478	18.726
RS	121.640	117.991	3.649
Sul	**975.527**	**946.261**	**29.266**
MS	10.797	10.473	324
MT	50.331	48.821	1.510
GO	170.794	165.670	5.124
DF	3.710	3.599	111
Centro-Oeste	**235.632**	**228.563**	**7.069**
Brasil	**6.642.739**	**6.443.457**	**199.282**

VERSÃO PRELIMINAR

A geração de resíduos no processamento da banana na agroindústria, nos Estados e nas Regiões do Brasil, é mostrada na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**. Observa-se que o estado de São Paulo é o maior gerador de resíduos no Brasil, gerando um montante de 18.863 t/ano. Ao analisar as Grandes Regiões, nota-se que a produção está concentrada na Região Nordeste, com 38% de participação nacional.



VERSÃO PRELIMINAR

Figura 20 - Geração de resíduos no processamento da banana na agroindústria nos Estados e Regiões do Brasil, ano base 2009.

D. LARANJA

A laranja está entre as frutas mais produzidas e consumidas no mundo, sendo que sua produção ultrapassa 80 milhões de toneladas/ano. O Brasil é o maior produtor mundial de laranja, sendo a maior parte da produção destinada à indústria do suco.

Na Tabela 15 constam os dados de área plantada, área colhida, percentual de perda, produção total colhida e produção perdida estimada para a cultura da laranja no ano de 2009. A perda percentual mais significativa ocorreu no Estado da Roraima, com 26% de perda, porém, a área perdida foi pequena, correspondendo a 78 ha. Para o Brasil, a produção perdida foi estimada em 371.928 toneladas, biomassa que deve ter servido de adubo na agricultura.

Segundo Alexandrino et al. (2007), em média 96% da produção é transformada em suco, o que gera grande quantidade de resíduos. Neste estudo, considerou-se a geração de resíduos a partir do montante processado na agroindústria do suco, visto que a outra parcela é comercializada na forma de fruto, e deste modo irá gerar resíduos nas residências, sendo classificados como resíduos domésticos.

Na Tabela 16 encontram-se os valores de produção da cultura da laranja, sendo a produção industrializada, a considerada para este estudo.

Um dos principais problemas enfrentados pelas indústrias processadoras de suco de laranja é o grande volume de resíduos sólidos e líquidos produzidos, o que conforme Rezzadori e Benedetti (2009) equivalem a 50% do peso da fruta.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 15 - Dados da cultura da laranja para o ano de 2009

Estado	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Perdas (%)	Produção total colhida (t)	Produção perdida estimada (t)
RO	793	793	0,00	10.589	0
AC	305	266	12,79	3.724	546
AM	3382	3382	0,00	16.278	0
RR	300	222	26,00	2.153	756
PA	12208	12203	0,04	203.188	83
AP	1300	1280	1,54	12.163	190
TO	175	155	11,43	1.562	202
Norte	**18.463**	**18.301**	**0,88**	**249.657**	**1.777**
MA	1148	1148	0,00	7.754	0
PI	424	424	0,00	4.296	0
CE	1753	1753	0,00	16.127	0
RN	245	245	0,00	3.147	0
PB	1014	1014	0,00	6.073	0
PE	587	571	2,73	2.572	72
AL	4462	4462	0,00	41.812	0
SE	53001	53001	0,00	784.382	0
BA	55755	55755	0,00	906.965	0
Nordeste	**118.389**	**118.373**	**0,01**	**1.773.128**	**72**
MG	30549	30549	0,00	749.987	0
ES	1664	1664	0,00	784.382	0
RJ	4602	4602	0,00	59.392	0
SP	566652	551901	2,60	13.642.165	364.623
Sudeste	**603.467**	**588.716**	**2,44**	**15.235.926**	**364.623**
PR	20000	20000	0,00	520.000	0
SC	7346	7078	3,65	120.781	4.573
RS	27182	27162	0,07	350.650	258
Sul	**54.528**	**54.240**	**0,53**	**991.431**	**4.831**
MS	236	236	0,00	4.657	0
MT	560	501	10,54	4.893	576
GO	6717	6717	0,00	122.288	0
DF	168	166	1,19	4.011	48
Centro-Oeste	**7.681**	**7.620**	**0,79**	**135.849**	**625**
Brasil	**802.528**	**787.250**	**1,90**	**18.385.991**	**371.928**

Fonte: adaptado de IBGE (2010)

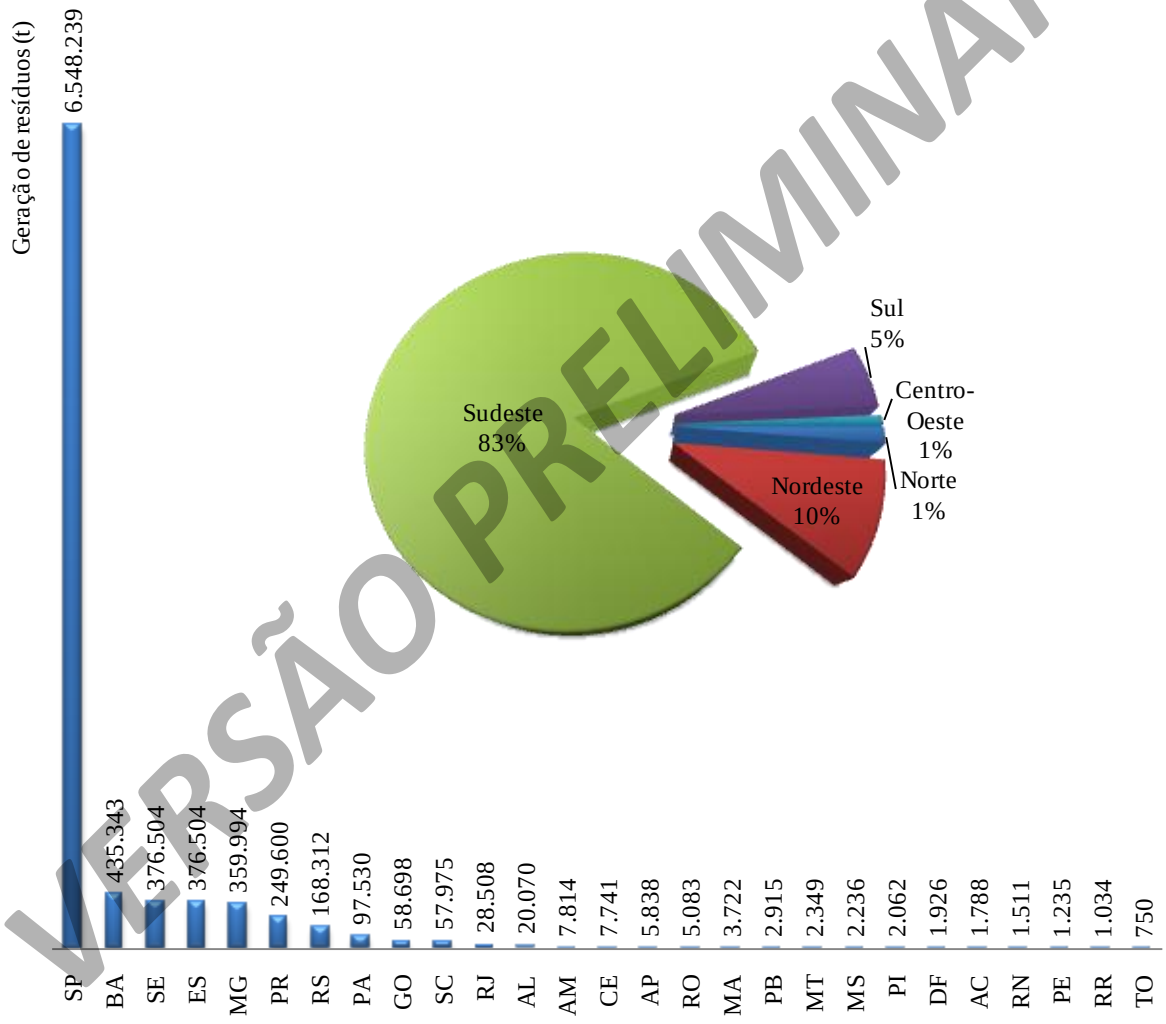
VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 16 - Produção e consumos da cultura da laranja

Estado	Produção total (t)	Produção consumida in natura (t)	Produção industrializada (t)
RO	10.589	424	10.165
AC	3.724	149	3.575
AM	16.278	651	15.627
RR	2.153	86	2.067
PA	203.188	8.128	195.060
AP	12.163	487	11.676
TO	1.562	62	1.500
Norte	**249.657**	**9.986**	**239.671**
MA	7.754	310	7.444
PI	4.296	172	4.124
CE	16.127	645	15.482
RN	3.147	126	3.021
PB	6.073	243	5.830
PE	2.572	103	2.469
AL	41.812	1.672	40.140
SE	784.382	31.375	753.007
BA	906.965	36.279	870.686
Nordeste	**1.773.128**	**70.925**	**1.702.203**
MG	749.987	29.999	719.988
ES	784.382	31.375	753.007
RJ	59.392	2.376	57.016
SP	13.642.165	545.687	13.096.478
Sudeste	**15.235.926**	**609.437**	**14.626.489**
PR	520.000	20.800	499.200
SC	120.781	4.831	115.950
RS	350.650	14.026	336.624
Sul	**991.431**	**39.657**	**951.774**
MS	4.657	186	4.471
MT	4.893	196	4.697
GO	122.288	4.892	117.396
DF	4.011	160	3.851
Centro-Oeste	**135.849**	**5.434**	**130.415**
Brasil	**18.385.991**	**735.440**	**17.650.551**

VERSÃO PRELIMINAR

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**1, encontram-se os montantes estimados de resíduos gerados na agroindústria da laranja nos Estados brasileiros e a participação percentual das Regiões na geração desses resíduos. Observa-se que o estado de São Paulo é o maior gerador de resíduos no Brasil, gerando um montante de 6.548.239 t. Ao analisar as Grandes Regiões, nota-se que a produção está concentrada na Região Sudeste, com 82,87% de participação nacional.



VERSÃO PRELIMINAR

Figura 31 - Geração de resíduos na agroindústria da laranja nos Estados e Regiões do Brasil, ano base 2009.

E. COCO-DA-BAÍA

O coco-da-baía (*Cocos nucifera, L*) é considerado em todo o mundo como uma fruta fornecedora de óleo, tendo aplicações diversas nas mais distintas áreas industriais e culinárias. O Brasil é o único país produtor onde o coco é tratado como uma fruta e não como uma oleaginosa, com uma vasta aplicação do fruto *in natura* e seus derivados tanto como insumo industrial, como na forma de condimentos, bebidas, especiarias e outras formas de utilização.

Na Tabela 17 constam os dados de área plantada, área colhida, percentual de perdas e produção total colhida e perdida, para o ano de 2009. O maior produtor e único com produção representativa é o Pará com 141.914 mil frutos colhidos. A produção perdida no Brasil foi estimada em 4.510 toneladas, resíduos que devem ter ficado na área de plantio.

De acordo com a Embrapa (2007), estima-se que 70%do total de coco produzido no país destina-se à agroindústria, que produz, principalmente, coco ralado e leite de coco. Os 30% restantes ficam no mercado para atender ao consumo in natura. Portanto, para calcular o potencial energético gerado a partir da cultura do coco-da-baía, utilizar-se-á o dado da produção industrializada, visto que os resíduos dos produtos consumidos in natura têm como destino os aterros sanitários. Estes valores encontram-se na Tabela 18.

Para o cálculo do resíduo do coco da baía (casca) considera-se que cada fruto pesa em média 500 gramas e que 60% deste peso correspondem à casca (ANEEL, 2002).

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 17 - Dados da cultura do coco-da-baía para o ano de 2009

Estado	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Perdas (%)	Quantidade de frutos colhidos (mil frutos)	Produção total colhida (t)	Produção perdida estimada (t)
RO	618	618	0,00	3.479	1.740	0
AC	164	132	19,51	729	365	88
AM	3.920	3.913	0,18	16.823	8.412	15
RR	0	0	0,00	0	0	0
PA	24.663	24.457	0,84	248.188	124.094	1.045
AP	0	0	0,00	0	0	0
TO	988	898	9,11	12.527	6.264	628
Norte	**30.353**	**30.018**	**1,10**	**281.746**	**140.873**	**1.777**
MA	2.253	2.253	0,00	6.893	3.447	0
PI	1.374	1.374	0,00	17.140	8.570	0
CE	43.448	43.448	0,00	259.368	129.684	0
RN	21.923	21.819	0,47	61.004	30.502	145
PB	11.556	11.556	0,00	63.765	31.883	0
PE	14.237	14.237	0,00	129.822	64.911	0
AL	12.524	12.524	0,00	53.083	26.542	0
SE	42.000	42.000	0,00	279.203	139.602	0
BA	79.596	79.596	0,00	467.080	233.540	0
Nordeste	**228.911**	**228.807**	**0,05**	**1.337.358**	**668.679**	**145**
MG	2.675	2.675	0,00	39.874	19.937	0
ES	10.625	10.625	0,00	157.590	78.795	0
RJ	4.843	4.843	0,00	33.658	16.829	0
SP	3.421	3.382	1,14	35.260	17.630	203
Sudeste	**21.564**	**21.525**	**0,18**	**266.382**	**133.191**	**203**
PR	189	189	0,00	2.003	1.002	0
SC	0	0	0,00	0	0	0
RS	0	0	0,00	0	0	0
Sul	**189**	**189**	**0,00**	**2.003**	**1.002**	**0**
MS	421	421	0,00	5.644	2.822	0
MT	2.198	1.798	18,20	20.673	10.337	2.300
GO	1.315	1.300	1,14	14.799	7.400	85
DF	0	0	0,00	0	0	0
Centro-Oeste	**3.934**	**3.519**	**10,55**	**41.116**	**20.558**	**2.385**
Brasil	**284.951**	**284.058**	**0,31**	**1.928.605**	**964.303**	**4.510**

Fonte : adaptado de IBGE (2010)

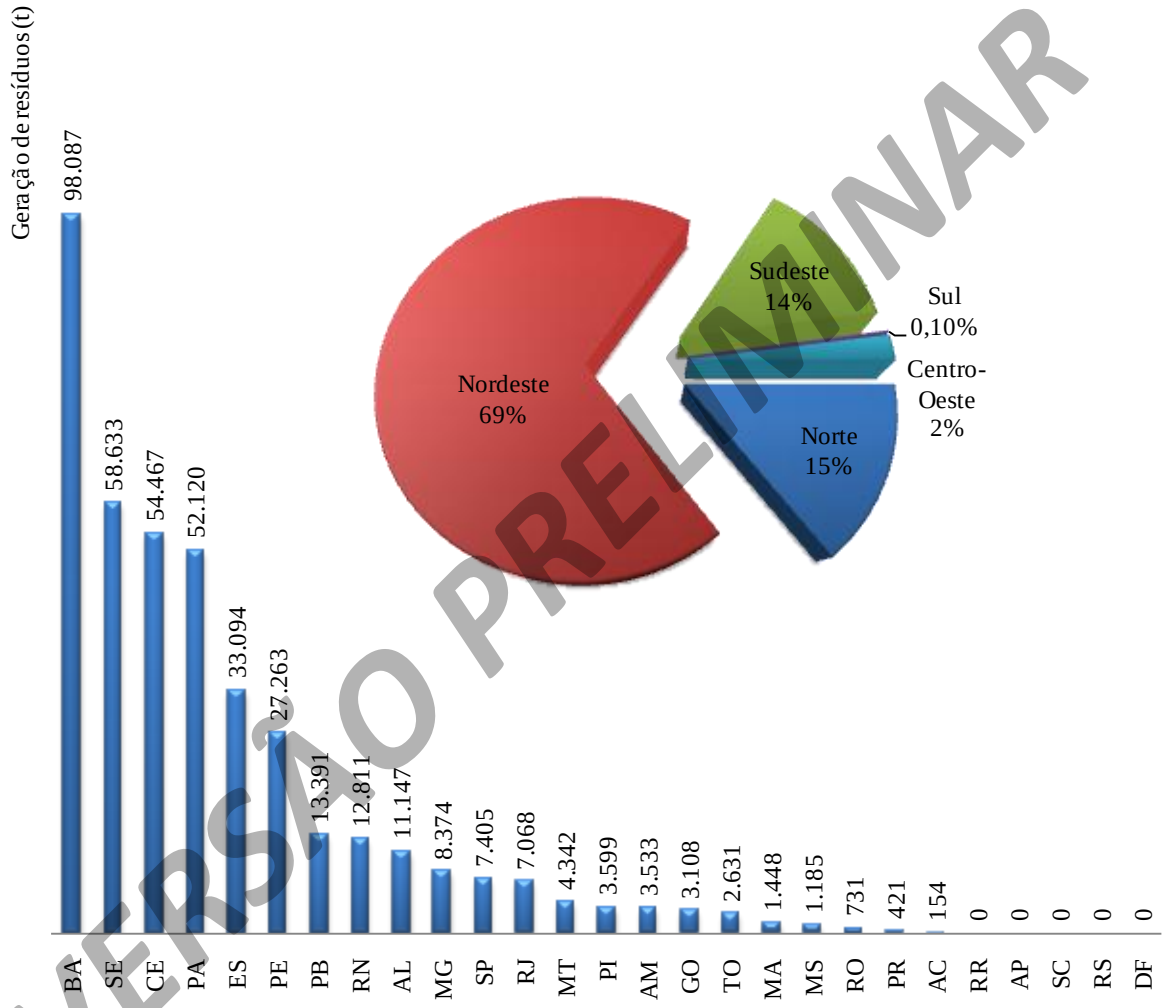
VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 18 - Produção e consumos da cultura do coco-da-baía

Estado	Produção total (t)	Produção consumida in natura (t)	Produção industrializada (t)
RO	1.740	522	1.218
AC	365	110	256
AM	8.412	2.524	5.888
RR	0	0	0
PA	124.094	37.228	86.866
AP	0	0	0
TO	6.264	1.879	4.385
Norte	**140.873**	**42.263**	**98.613**
MA	3.447	1.034	2.413
PI	8.570	2.571	5.999
CE	129.684	38.905	90.779
RN	30.502	9.151	21.351
PB	31.883	9.565	22.318
PE	64.911	19.473	45.438
AL	26.542	7.963	18.579
SE	139.602	41.881	97.721
BA	233.540	70.062	163.478
Nordeste	**668.679**	**200.604**	**468.077**
MG	19.937	5.981	13.956
ES	78.795	23.639	55.157
RJ	16.829	5.049	11.780
SP	17.630	5.289	12.341
Sudeste	**133.191**	**39.957**	**93.234**
PR	1.002	301	701
SC	0	0	0
RS	0	0	0
Sul	**1.002**	**301**	**701**
MS	2.822	847	1.975
MT	10.337	3.101	7.236
GO	7.400	2.220	5.180
DF	0	0	0
Centro-Oeste	**20.558**	**6.168**	**14.391**
Brasil	**964.303**	**289.292**	**675.016**

VERSÃO PRELIMINAR

A geração de resíduos provenientes da agroindústria do coco-da-baía nos Estados e nas Regiões do Brasil é mostrada na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**2. Observa-se que o estado da Bahia é o maior gerador de resíduos no Brasil, gerando um montante de 98.087 t/ano. Ao analisar as Grandes Regiões, nota-se que a produção está concentrada na Região Nordeste, com 69% de participação nacional.



VERSÃO PRELIMINAR

Figura 42 - Geração de resíduos no processamento do coco-da-baía na agroindústria nos Estados e Regiões do Brasil, ano base 2009.

F. CASTANHA DE CAJU

O caju é um pseudofruto composto de duas partes: a fruta propriamente dita, que é a castanha de caju, e o pedúnculo floral, geralmente reconhecido como o fruto, o caju. Hoje a castanha de caju é comum em todas as regiões do planeta onde exista um clima suficientemente quente e úmido, distribuindo-se por mais de 30 países.

O terceiro estado maior produtor é o Piauí, sendo que estados como o Maranhão vem despontando em áreas produtivas. A produção brasileira tem aumentado com o cultivo de variedades mais produtivas e com facilidade na colheita como é o caso do cajueiro anão.

Na Tabela 19 constam os dados de área plantada, área colhida, produção total colhida, e produção perdida estimada, bem como o percentual de perda na cultura da castanha de caju. Observa-se que essa cultura é produzida principalmente nos Estados do Nordeste, não sendo cultivada nos Estados do Sul e Sudeste. A percentagem de perdas em 2009 foi mais expressiva no Estado do Mato Grosso (49,0 %). O total da produção perdida foi estimado para o Brasil em 5.072 toneladas.

Estima-se, de acordo com a Embrapa (2003), que do total de castanha de caju produzida no país, 50% destinam-se à agroindústria. Os 50% restantes ficam no mercado para atender ao consumo in natura. Portanto, para calcular o potencial energético gerado a partir da cultura da castanha de caju, utilizar-se-á o dado da produção industrializada, visto que os resíduos dos produtos consumidos in natura têm como destino os aterros sanitários. Estes valores encontram-se na Tabela 20.

Segundo ANEEL (2011), a casca da castanha de caju corresponde a 73% do peso total.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 19 - Dados da cultura da castanha de caju para o ano de 2009.

Estado	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Perdas (%)	Produção total colhida (t)	Produção perdida estimada (t)
RO	0	0	0,00	0	0
AC	0	0	0,00	0	0
AM	0	0	0,00	0	0
RR	0	0	0,00	0	0
PA	2.608	2.608	0,00	1.867	0
AP	0	0	0,00	0	0
TO	545	464	14,86	516	90
Norte	**3.153**	**3.072**	**2,57**	**2.383**	**90**
MA	18.621	18.616	0,03	6.473	2
PI	184.145	170.545	7,39	42.963	3.426
CE	396.538	396.538	0,00	104.421	0
RN	129.227	126.585	2,04	48.918	1.021
PB	7.905	7.905	0,00	3.152	0
PE	7.260	7.260	0,00	5.827	0
AL	1.259	1.259	0,00	534	0
SE	0	0	0,00	0	0
BA	25.460	25.460	0,00	5.279	0
Nordeste	**770.415**	**754.168**	**2,11**	**217.567**	**4.449**
MG	0	0	0	0	0
ES	0	0	0	0	0
RJ	0	0	0	0	0
SP	0	0	0	0	0
Sudeste	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
PR	0	0	0	0	0
SC	0	0	0	0	0
RS	0	0	0	0	0
Sul	0	0	0	**0**	**0**
MS	0	0	0,00	0	0
MT	1.657	845	49,00	555	533
GO	0	0	0,00	0	0
DF	0	0	0,00	0	0
Centro-Oeste	**1.657**	**845**	**49,00**	**555**	**533**
Brasil	**775.225**	**758.085**	**2,21**	**220.505**	**5.072**

Fonte: adaptado de IBGE (2010)

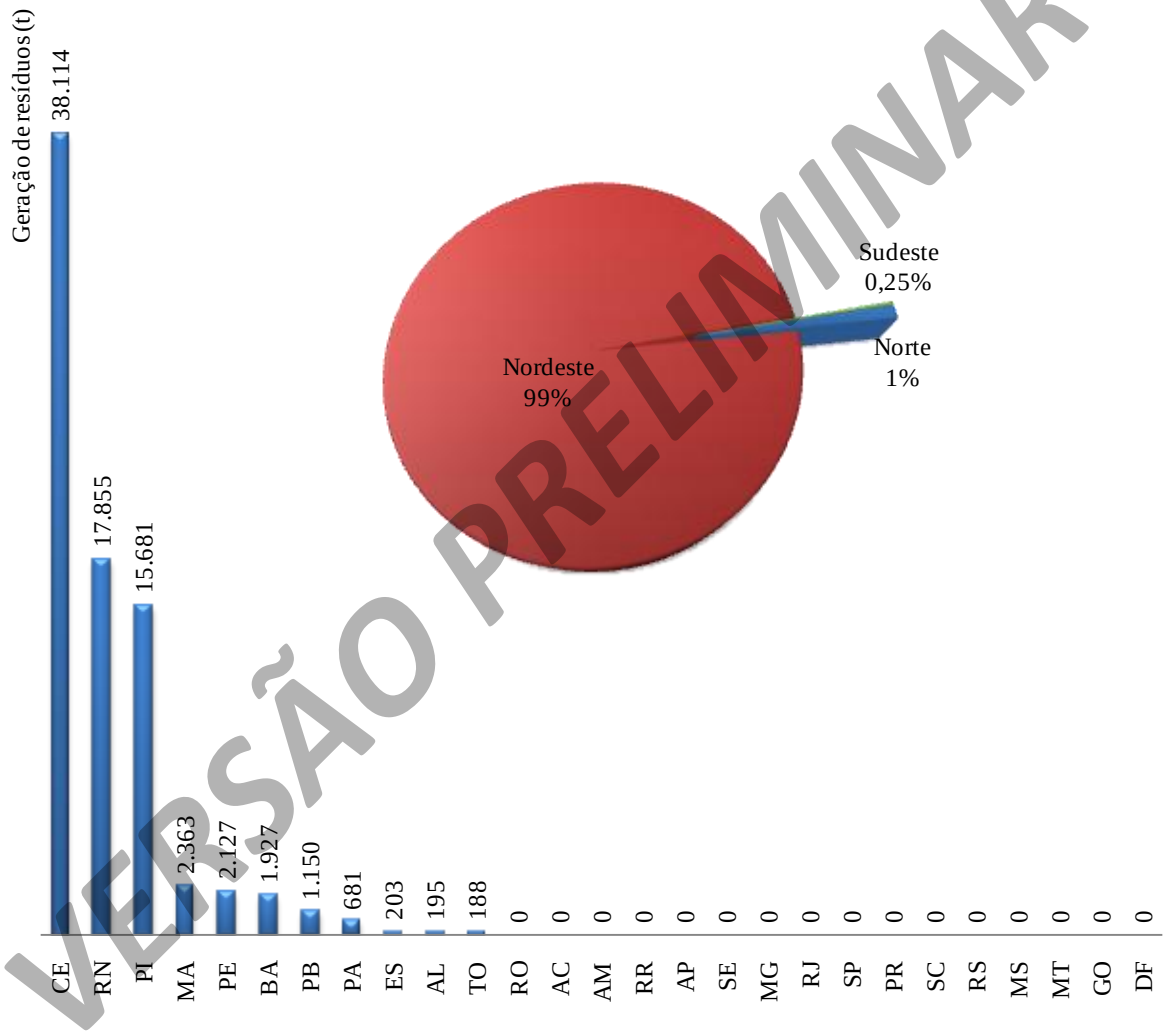
VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 20 - Produção e consumos da cultura da castanha de caju.

Estado	Produção total (t)	Produção consumida in-natura (t)	Produção industrializada (t)
RO	0	0	0
AC	0	0	0
AM	0	0	0
RR	0	0	0
PA	1.867	933,5	933,5
AP	0	0	0
TO	516	258	258
Norte	**2.383**	**1.192**	**1.192**
MA	6.473	3236,5	3236,5
PI	42.963	21481,5	21481,5
CE	104.421	52210,5	52210,5
RN	48.918	24459	24459
PB	3.152	1576	1576
PE	5.827	2913,5	2913,5
AL	534	267	267
SE	0	0	0
BA	5.279	2639,5	2639,5
Nordeste	**217.567**	**108.784**	**108.784**
MG	0	0	0
ES	555	277,5	277,5
RJ	0	0	0
SP	0	0	0
Sudeste	**555**	**277,5**	**277,5**
PR	**0**	0	0
SC	0	0	0
RS	0	0	0
Sul	**0**	**0**	**0**
MS	0	0	0
MT	0	0	0
GO	0	0	0
DF	0	0	0
Centro-Oeste	**0**	**0**	**0**
Brasil	**220.505**	**110.253**	**110.253**

VERSÃO PRELIMINAR

Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**3 são mostrados os montantes de resíduos gerados no processamento da castanha de caju na agroindústria nos Estados do Brasil e o percentual de participação das Regiões. Observa-se que o estado do Ceará é o maior gerador de resíduos no Brasil, gerando um montante de 76.227 t/ano. Ao analisar as Grandes Regiões, nota-se que a produção está concentrada na Região Nordeste, com 99% de participação nacional.



VERSÃO PRELIMINAR

Figura 53 - Geração de resíduos da castanha de caju na agroindústria nos Estados e Regiões do Brasil, ano base 2009.

G. UVA

Segundo Ministério da Agricultura (2011), a viticultura brasileira ocupa, atualmente, área de 81 mil hectares, com vinhedos desde o extremo Sul até regiões próximas à Linha do Equador. Duas regiões se destacam: o Rio Grande do Sul por contribuir, em média, com 777 milhões de quilos de uva por ano, e os pólos de frutas de Petrolina/ PE e de Juazeiro/BA, no submédio do Vale do São Francisco, responsável por 95% das exportações nacionais de uvas finas de mesa.

Apenas parte da uva cultivada no País é destinada ao consumo in natura, sendo a outra parte destinada ao processamento, conforme Mello (2006). Esta divisão da produção de uvas para processamento e para consumo in natura no Brasil encontra-se na Tabela 21.

Tabela 21 - Dados do consumo de uva

Discriminação / Ano	2006	2007	2008	2009
Processamento	470.705	637.125	708.042	678.169
Consumo in natura	757.685	717.835	691.220	667.550
Total	1.228.390	1.354.960	1.399.262	1.345.719

Fonte: adaptado de Mello (2006)

Conforme Mello (2006) estima-se que 45% da produção nacional de uva é destinada a elaboração de vinho, suco, destilado e outros derivados. E é deste processamento que será estimada a geração de resíduos, pois no consumo in natura, a geração de resíduos se dará nas residências, na forma de resíduos domésticos.

Na Tabela 22 constam os dados de área plantada, área colhida, produção total colhida e produção perdida estimada, bem como o percentual de perda na cultura da uva no ano de 2009. O percentual de perda da produção foi maior para o Distrito Federal (21,54%), mas, a maior perda em números absolutos ocorreu em Santa Catarina (3.203 toneladas). A produção perdida total no Brasil foi estimada em 4.798 toneladas, cujos resíduos devem ter permanecido nos locais de plantio. Os valores da produção total colhida desta cultura, bem como os valores de consumo in-natura e industrializados encontram-se na Tabela 23.

Segundo Embrapa (2007), na agroindústria dos vinhos, sucos, destilados e outros derivados, cerca de 40% da uva processada são transformados em resíduo.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 22 - Dados da cultura de uva para o ano de 2009.

Estado	Área plantada (ha)	Área colhida (ha)	Perdas (%)	Produção total colhida (t)	Produção perdida estimada (t)
RO	33	33	0	229	0
AC	0	0	0	0	0
AM	0	0	0	0	0
RR	0	0	0	0	0
PA	0	0	0	0	0
AP	0	0	0	0	0
TO	4	4	0	72	0
Norte	**37**	**37**	**0**	**301**	**0**
MA	0	0	0	229	0
PI	10	10	0	180	0
CE	92	86	6,52	2.908	203
RN	0	0	0	0	0
PB	110	110	0	1.980	0
PE	6.003	6.003	0	158.517	0
AL	0	0	0	0	0
SE	0	0	0	0	0
BA	3.724	3.724	0	90.508	0
Nordeste	**9.939**	**9.933**	**0,06**	**254.322**	**203**
MG	812	812	0	11.773	0
ES	53	53	0	1.166	0
RJ	5	5	0	50	0
SP	11.259	11.216	0,38	185.123	710
Sudeste	**12.129**	**12.086**	**0,35**	**198.112**	**710**
PR	5.800	5.800	0	102.080	0
SC	5.168	4.934	4,53	67.543	3.203
RS	48.259	48.259	0	737.363	0
Sul	**59.227**	**58.993**	**0,4**	**906.986**	**3.203**
MS	21	21	0	286	0
MT	133	113	15,04	1.505	266
GO	126	121	3,97	3.172	131
DF	65	51	21,54	1.036	284
Centro-Oeste	**345**	**306**	**11,3**	**5.999**	**682**
Brasil	**81.677**	**81.355**	**0,39**	**1.365.720**	**4.798**

Fonte: adaptado de IBGE (2010)

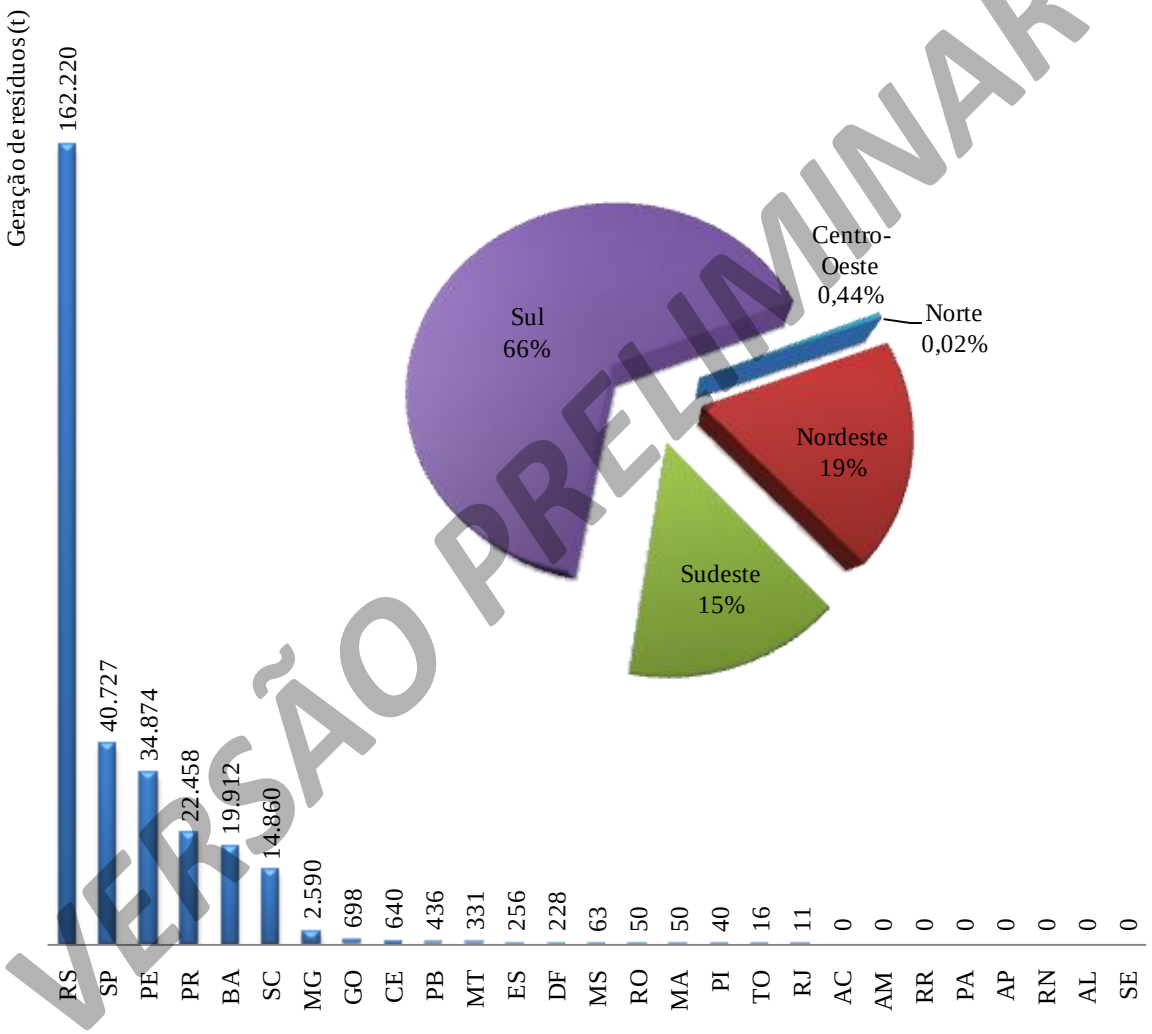
VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 23 - Produção e consumos da cultura da uva

Estado	Produção total (t)	Produção consumida in-natura (t)	Produção industrializada (t)
RO	229	103	126
AC	0	0	0
AM	0	0	0
RR	0	0	0
PA	0	0	0
AP	0	0	0
TO	72	32	40
Norte	**301**	**135**	**166**
MA	229	103	126
PI	180	81	99
CE	2.908	1.309	1.599
RN	0	0	0
PB	1.980	891	1.089
PE	158.517	71.333	87.184
AL	0	0	0
SE	0	0	0
BA	90.508	40.729	49.779
Nordeste	**254.322**	**114.445**	**139.877**
MG	11.773	5.298	6.475
ES	1.166	525	641
RJ	50	23	28
SP	185.123	83.305	101.818
Sudeste	**198.112**	**89.150**	**108.962**
PR	102.080	45.936	56.144
SC	67.543	30.394	37.149
RS	737.363	331.813	405.550
Sul	**906.986**	**408.144**	**498.842**
MS	286	129	157
MT	1.505	677	828
GO	3.172	1.427	1.745
DF	1.036	466	570
Centro-Oeste	**5.999**	**2.700**	**3.299**
Brasil	**1.365.720**	**614.574**	**751.146**

VERSÃO PRELIMINAR

A geração de resíduos provenientes da agroindústria da uva nos Estados e nas Regiões do Brasil no ano de 2009 é mostrada na Figura 64. Para essa estimativa, foi considerada apenas a parcela industrializada da produção, que corresponde a 45% do total produzido de uva no país. Observa-se que o estado de Rio Grande do Sul é o maior gerador de resíduos no Brasil, gerando um montante de 162.220 t. Ao analisar as Grandes Regiões, nota-se que a produção está concentrada na Região Sul, com 66 % de participação nacional.



VERSÃO PRELIMINAR

Figura 64 - Geração de resíduos na agroindústria da uva nos Estados e Regiões do Brasil, ano base 2009.

2.1.2.3.3 Montantes totais de resíduos gerados

Na Tabela 24 é apresentado um resumo das informações obtidas sobre a geração de resíduos na agroindústria para as principais culturas brasileiras. Pode-se observar a ampla geração de resíduos no País, representando aproximadamente 290 milhões para o ano de 2009. A cultura que mais gerou resíduos foi a cultura da cana-de-açúcar, gerando sozinha um montante de mais de 200 milhões de toneladas de resíduos (torta de filtro e bagaço). A cana-de-açúcar tem ainda como subproduto do seu processamento, a geração da vinhaça, sendo essa gerada num volume de mais de 600 milhões de m³ para o ano de 2009. As demais culturas totalizam 90 milhões de toneladas de resíduos.

Tabela 24 – Geração de resíduos na agroindústria para as principais culturas brasileiras, ano base 2009.

CULTURAS	Produção total colhida (t)	Produção consumida in-natura (t)	Produção industrializada (t)	Fator residual (%)	Resíduos (t)	Efluentes (m³)
Soja	57.345.382	0	57.345.382	73	41.862.129	0
Milho	50.745.996	0	50.745.996	58	29.432.678	0
Cana-de-açúcar (bagaço e torta de filtro)	671.394.957	0	671.394.957	30	201.418.487	0
Cana-de-açúcar (vinhaça)				-	-	604.255.461
Feijão	3.486.763	0	3.486.763	53	1.847.984	0
Arroz	12.651.774	0	12.651.774	20	2.530.355	0
Trigo	5.055.525	0	5.055.525	60	3.033.315	0
Mandioca	23.786.281	0	23.786.281	0	0	0
Café	2.440.057	0	2.440.057	50	1.220.029	0
Cacau	0	0	0	38	0	0
Banana	6.642.739	6.443.457	199.282	50	99.640	0
Laranja	17.650.551	706.022	16.944.529	50	8.825.276	0
Coco-da-baia	964.303	289.291	675.012	60	405.009	0
Castanha de caju	220.505	110.253	110.253	73	80.484	0
Uva	1.365.720	751.146	614.574	40	0	0
TOTAL	**853.750.553**	**8.300.168**	**845.450.384**	**-**	**290.755.385**	**604.255.461**

[1] - não foi possível identificar consumo in-natura para esta cultura.
[2] - não foram identificados dados de geração de resíduos para está cultura.
[3] - foi considerada uma geração de 900 litros de vinhaça para cada tonelada de cana-de-açúcar processada.

Esta geração de resíduos esta associada apenas às agroindústrias associadas à agricultura, visto que conforme justificado neste diagnóstico, não foi possível mensurar os

VERSÃO PRELIMINAR

resíduos gerados diretamente na agricultura. Neste sentido, entende-se que os resíduos produzidos na agricultura ficarão na própria área de produção, a fim de servirem como adubo ao solo. A outra fonte de geração de resíduos resultantes dos produtos da agricultura ocorrerá em feiras e nas próprias residências, contribuindo para a geração de lixo urbano, cuja quantificação não fez parte do escopo deste estudo.

2.1.3 AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ENERGÉTICO

2.1.3.1 Introdução

Atualmente, inclusive no Brasil, buscam-se novas fontes de energia preferencialmente sustentáveis, devido à escassez de fontes não-renováveis e aos impactos ambientais negativos que elas causam no meio ambiente. Uma alternativa condizente é o uso da biomassa como fonte sustentável de energia, especialmente nas agroindústrias associadas, onde no ano de 2009 foram geradas 291.138.869 toneladas de resíduos e 604.255.461 m³ de efluentes passíveis de reaproveitamento energético (nas culturas abrangidas por este estudo).

Os benefícios do reaproveitamento energético desses resíduos são inúmeros, considerando tanto no nível social, quanto ambiental e econômico. A mudança do sistema de destinação final dos resíduos leva à redução do volume anual a ser aterrado ou disposto de forma inadequada, reduzindo igualmente as áreas requeridas para a implantação de novos aterros sanitários e gerando outros benefícios indiretos, como a geração de emprego e renda, e evitando ainda a possível supressão de vegetação, mudança no relevo, entre outros. Além disto, reduz-se consequentemente a quantidade de lixiviado gerado, evitando a contaminação dos cursos d'água. Também, a utilização dos resíduos para a geração de energia tem como vantagem a obtenção de energia renovável, reduzindo a dependência de energia fóssil.

2.1.3.2 Escopo e limitações do estudo

Neste item será quantificado o potencial energético gerado a partir dos resíduos provenientes das agroindústrias associadas às culturas temporárias e permanentes, foco deste estudo. Para estes cálculos, consideraram-se os resíduos do café, cacau, coco-da-baía, castanha de caju, milho, feijão, arroz e trigo como resíduos de base seca, ou seja, com baixo

VERSÃO PRELIMINAR

teor de umidade. Já para calcular o potencial energético da cana-de-açúcar, considerou-se o montante de resíduos gerados na forma de bagaço/torta-de-filtro e vinhaça.

Não foi possível estimar a geração de resíduos da cultura da mandioca, por inexistência de informações a respeito, portanto, esta cultura não será avaliada para o potencial energético.

Para os resíduos das culturas da banana, laranja e uva, não foi estimada a geração do potencial energético, pois se sabe que estes resíduos já possuem outros destinos comerciais, particularmente nas indústrias alimentícias e farmacêuticas.

Para a vinhaça, gerada a partir do processamento da cana-de-açúcar nas destilarias, também não se considerará o potencial energético, visto que este resíduo já é empregado in-natura na lavoura da cana-de-açúcar, como forma de adubo.

Contudo, importa ressaltar que os resultados da quantificação do potencial energético gerado a partir dos resíduos de algumas culturas consideradas são apenas ilustrativos e servem para mostrar a magnitude do potencial energético que determinada biomassa possui. Ou seja, para se analisar a possibilidade de uso destes potenciais seria necessário verificar várias outras questões de cunho econômico, financeiro, regulatório, logístico, técnico, entre outros, que não foram analisadas nesta pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR

2.1.3.3 Metodologia

2.1.3.3.1 Resíduos Base Seca

A metodologia de cálculo para conversão energética utilizada para estimar o potencial dos resíduos da agricultura foram os apresentados no Panorama do Potencial de Biomassa do Brasil (CENBIO, 2008). Segundo mesma bibliografia, determina-se que este potencial é calculado pela equação apresentada a seguir (Equação 1).

$$Potencial = \frac{(P \times \%R) \times PCI \times \eta}{860 \times func.}$$ **Equação 1**

Onde:

Potencial - potencial energético gerado a partir de resíduos no ano (MW);
P – Produção total da cultura (toneladas);
%R – Percentagem de resíduos sobre a produção total da cultura (%);
PCI - Poder Calorífico Inferior (kcal/kg);
η *– eficiência de conversão (%);*
860 – fator de conversão (kcal/kg para kwh/kg);
func. – tempo de operação do sistema (horas de operação/ano).

Para a estimativa do potencial de geração de energia a partir de resíduos agrícolas, foram utilizados os dados de geração de resíduos na agroindústria apresentados nas Figuras 1 a 9 e Figuras 12 e 13, para as principais culturas com resíduos de base seca. O Poder Calorífico Inferior – PCI – dos diferentes tipos de resíduos foi obtido através de literatura (Tabela 25). A conversão de kcal/kg para kwh/kg foi feita pela divisão por 860. Considerou-se ainda que o sistema opere com os resíduos gerados 360 dias do ano, 24 horas por dia, o que resulta em 8640 horas de operação/ano. A eficiência de conversão (n) adotada para os resíduos foi de 15%, de baixo rendimento termodinâmico – sistemas compostos de caldeira de 20 bar, turbina de condensador atmosférico (CENBIO, 2008).

Para adequar a fórmula aos dados existentes, como foram estimados os dados de geração de resíduos, adotou-se a Equação 2, a seguir.

$$Potencial = \frac{Resíduos \times PCI \times \eta}{860 \times func.}$$ **Equação 2**

Onde:

Potencial - potencial energético gerado a partir de resíduos no ano (MW);
Resíduos – montante de resíduos gerados por determinada cultura (toneladas);
PCI - Poder Calorífico Inferior (kcal/kg);
η *- eficiência de conversão (%);*
860 – fator de conversão (kcal/kg para kwh/kg);
Func. – tempo de operação do sistema (horas de operação/ano).

.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 25 – Poder calorífico dos resíduos das principais culturas

Cultura	Poder calorífico (kcal/kg)
Café (casca e resíduos)	3.800[1]
Cacau (casca e resíduos)	3.900[1]
Coco-da-baía	4.557[2]
Castanha de caju	4.700[3]
Soja (palha e resíduos)	3.300[1]
Milho (palha, sabugo e resíduos)	3.570[1]
Cana-de-açúcar (bagaço e torta de filtro – umidade de 30%)	3.641[5]
Feijão (palha e resíduos)	3.700[1]
Arroz (casca e palha)	3.300[1]
Trigo (palha e resíduos)	3.750[1]
Mandioca	3.306[4]

Fonte: [1] ABIB (2011)
[2] COELHO, PALETTA e FREITAS (2000 apud CENBIO, 2008)
[3] Aalborg Industries S.A. (s.d.)
[4] Boog et al. (s.d.)
[5] Silva e Morais (2008)

VERSÃO PRELIMINAR

2.1.3.3.2 Cana-de-açúcar (vinhaça)

Para calcular o potencial energético advindo da vinhaça, utilizou-se a metodologia apresentada por Szymanski et al. (2010) onde primeiramente determina-se a carga orgânica da vinhaça através da Equação 3.

Equação 3

$$CO = Q \times DQO$$

Onde:

CO: carga orgânica ($kg_{DQO}.dia^{-1}$), considerada aqui em 11 kg/m³;

Q: vazão diária de vinhaça (m³);

DQO: Demanda química de oxigênio ($kg.m^{-3}$).

Com este dado, calcula-se o potencial energético advindo da vinhaça, através da Equação 4, a seguir.

Equação 4

$$PB = CO \times E \times F$$

Onde:

E: eficiência de remoção de DQO do processo (65%.);

F: fator de conversão de biogás por DQO removido (0,45 Nm³.kg-1 de DQO removida).

A determinação da quantidade de energia do biogás foi feita através da Equação 5.

Equação 5

$$PB = CO \times E \times F$$

Onde:

GEB: quantidade de energia contida no biogás (Kcal.dia-1);

PCIB: poder calorífico inferior do biogás (5.100 kcal.Nm-3)

Com estes dados, faz-se a estimativa da produção de energia elétrica produzida pela combustão do biogás através da Equação 6.

Equação 6

$$PEEB = GEB \times E_1$$

Onde:

PEEB: produção de energia pelo biogás (MWh);

E1: eficiência do motor de combustão a gás.

VERSÃO PRELIMINAR

2.1.3.4 Resultados

2.1.3.4.1 Culturas Temporárias

A. Soja

O potencial de geração de energia a partir dos resíduos da agroindústria da soja nos Estados brasileiros e o percentual de participação das Regiões, com base na produção de 2009, é mostrado na Figura 7. Pode-se observar o alto potencial para geração de energia a partir dos resíduos da soja existente no Estado do Mato Grosso, com 1.072 MW de potência instalada no ano de 2009. Ao analisarem-se as Grandes regiões, observa-se que o Centro-Oeste detém mais da metade do potencial para geração desse tipo de energia no país (51 %).

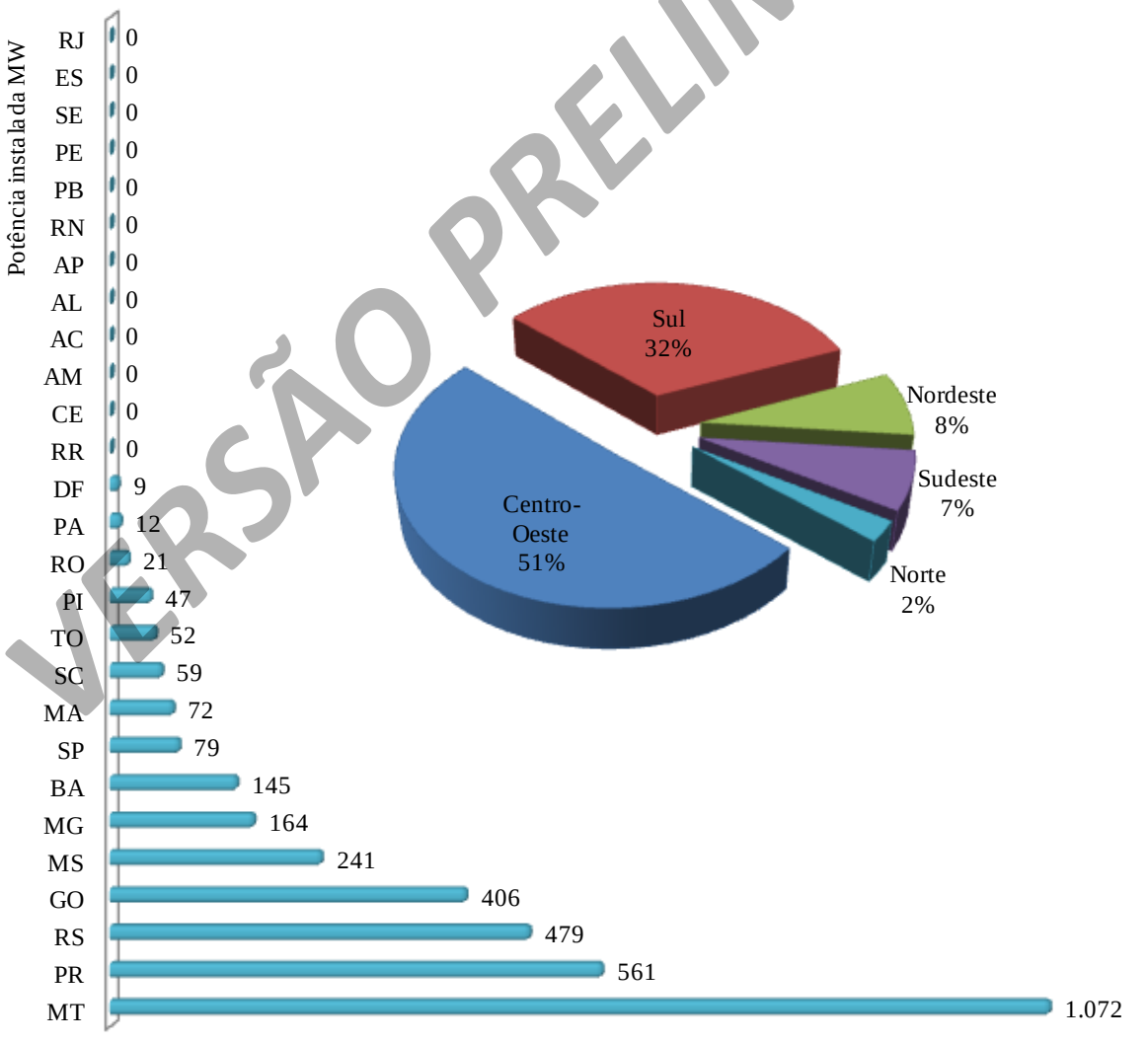
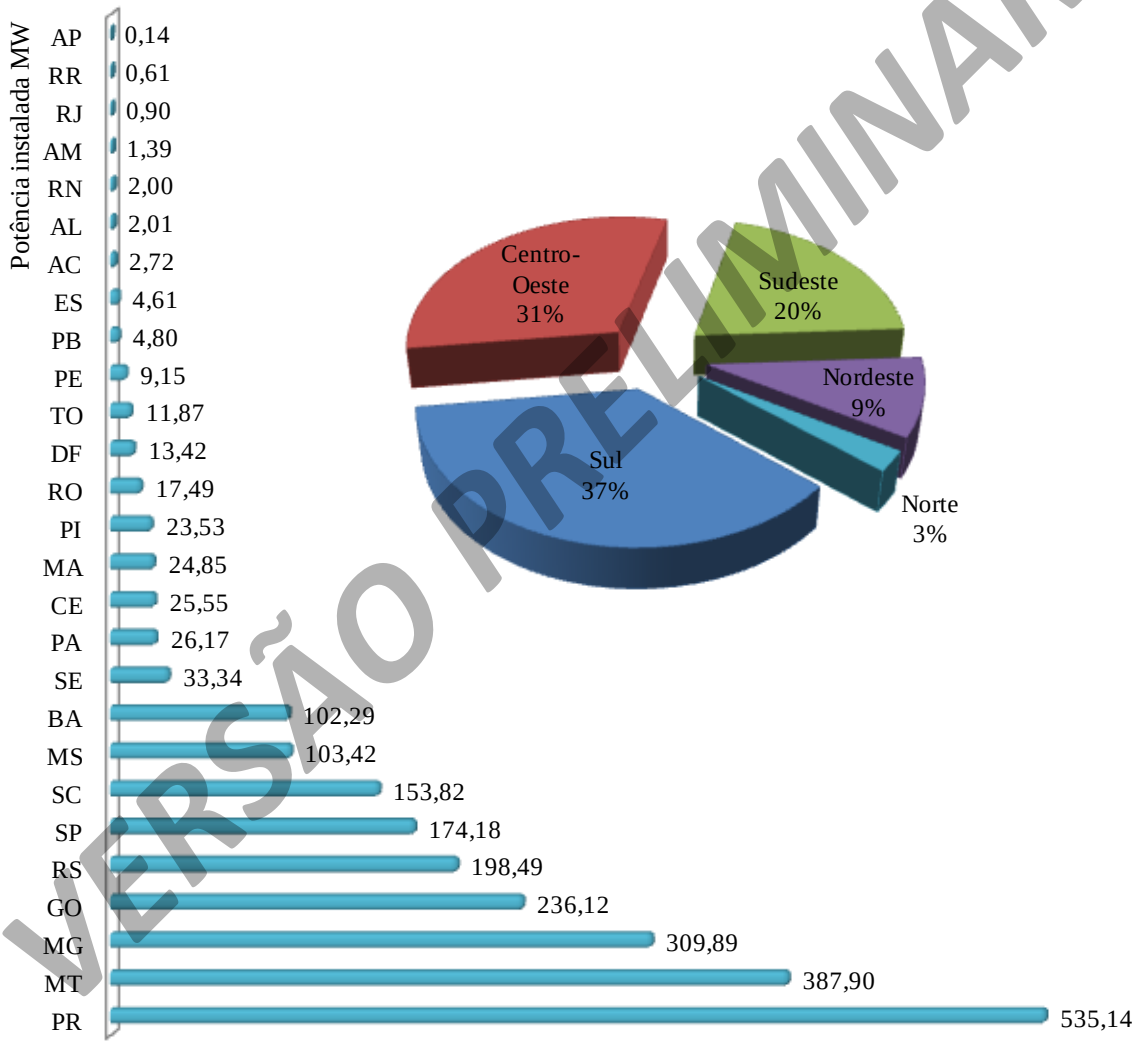


Figura 75 – Potencial energético dos resíduos da cultura da soja para o ano de 2009.

VERSÃO PRELIMINAR

B. Milho

O potencial para geração de energia a partir dos resíduos da cultura do milho em 2009 é apresentado na Figura 8. Pode-se observar que o Estado do Paraná é o que apresentou o maior potencial de gerar de energia , com aproximadamente 535 MW no ano de 2009. Ao analisarem-se as Grandes regiões, observa-se a similaridade da região Centro-Oeste e Sul, representando, respectivamente, 31% e 37% do total gerado no país.



VERSÃO PRELIMINAR

Figura 86 – Potencial energético dos resíduos da cultura do milho para o ano de 2009

C. Cana-de-açúcar (bagaço e torta de filtro)

Na Figura 9 pode-se observar o alto potencial gerador de energia a partir dos resíduos da cultura da cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, com aproximadamente 9.537 MW de potência instalada em 2009. Ao analisarem-se as Grandes Regiões, vislumbra-se o Sudeste como detentor de 68% do potencial para geração desse tipo de energia no Brasil.

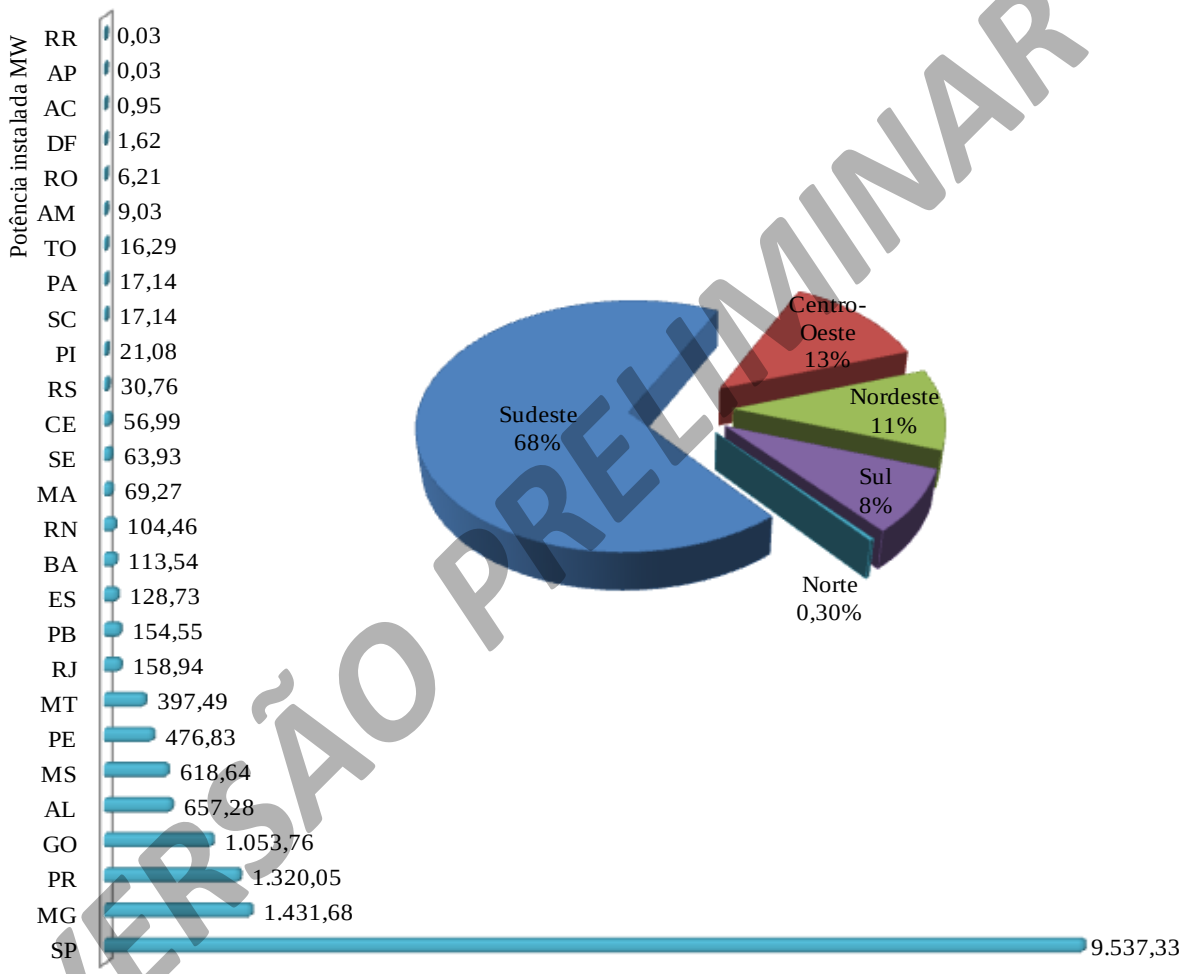


Figura 9 – Potencial energético dos resíduos da cultura da cana-de-açúcar (bagaço e torta de filtro) para o ano de 2009

VERSÃO PRELIMINAR

D. Cana-de-açúcar (vinhaça)

A Tabela 26 mostra o potencial para geração de energia a partir da vinhaça nos estados brasileiros e percentual das Regiões no ano de 2009. Segundo a mesma Tabela, gerou-se 604.255.461 m³ de vinhaça, o que seria suficiente para produzir 333.610 MW de potência instalada. Entretanto, segundo Granato (2003),

> "quase na totalidade dos casos, a vinhaça é empregada in-natura na lavoura da cana-de-açúcar, num volume que varia entre 400 a 500 m³/ha, de acordo com a necessidade de nutrientes do solo, substituindo em parte a utilização de fertilizantes químicos, mantendo a fertilidade do solo após anos do cultivo da cana-de-açúcar, mineralizando a matéria orgânica, aumentando o conteúdo de cálcio, potássio, nitrogênio e fósforo".

Segundo Souza (2007), o manejo apropriado na aplicação da vinhaça nas áreas agrícolas evita a possível poluição deste, da cultura e dos mananciais, sendo para isso requeridos estudos de caracterização do solo e da vinhaça, para que se defina as taxas de aplicação a serem utilizadas.

Desta forma, considerou-se a possibilidade de emprego destes resíduos como forma de adubo, e não como forma de geração de energia. Assim, calculou-se a necessidade de fertirrigação na área plantada de cana-de-açúcar (IBGE, 2010), considerando um uso de 400 m³/ha de vinhaça para fertilização, sendo esses dados apresentados na Tabela 27. Como é possível observar-se nessa Tabela, a necessidade de fertirrigação é maior que a quantidade de vinhaça gerada, desse modo, não será utilizada para somar-se ao potencial energético dos resíduos agrícolas abrangidos neste estudo.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 26 – Potencial energético da cana-de-açúcar (vinhaça)

Estado	Produção total (t)	Geração de Resíduos (l)	Vinhaca (m³)	DQO (kg/m³)	CO (kgDQO/ano)	PB (Nm³)	GEB (kcal)	PEEB (MW)
RO	253277	227.949.300	227.949	11	2.507.442	733.427	3.740.477.051	126
AC	38650	34.785.000	34.785	11	382.635	111.921	570.795.761	19
AM	368050	331.245.000	331.245	11	3.643.695	1.065.781	5.435.482.016	183
RR	1376	1.238.400	1.238	11	13.622	3.985	20.321.215	1
PA	698845	628.960.500	628.961	11	6.918.566	2.023.680	10.320.770.085	347
AP	1395	1.255.500	1.256	11	13.811	4.040	20.601.813	1
TO	664284	597.855.600	597.856	11	6.576.412	1.923.600	9.810.362.004	330
Norte	**2025877**	**1.823.289.300**	**1.823.289**	**11**	**20.056.182**	**5.866.433**	**29.918.809.946**	**1.007**
MA	2824701	2.542.230.900	2.542.231	11	27.964.540	8.179.628	41.716.102.396	1.404
PI	859513	773.561.700	773.562	11	8.509.179	2.488.935	12.693.567.326	427
CE	2323937	2.091.543.300	2.091.543	11	23.006.976	6.729.541	34.320.656.896	1.155
RN	4259996	3.833.996.400	3.833.996	11	42.173.960	12.335.883	62.913.005.427	2.117
PB	6302570	5.672.313.000	5.672.313	11	62.395.443	18.250.667	93.078.402.095	3.132
PE	19445241	17.500.716.900	17.500.717	11	192.507.886	56.308.557	287.173.638.791	9.662
AL	26804130	24.123.717.000	24.123.717	11	265.360.887	77.618.059	395.852.103.182	13.319
SE	2607155	2.346.439.500	2.346.440	11	25.810.835	7.549.669	38.503.312.365	1.295
BA	4630196	4.167.176.400	4.167.176	11	45.838.940	13.407.890	68.380.239.342	2.301
Nordeste	**70057439**	**63.051.695.100**	**63.051.695**	**11**	**693.568.646**	**202.868.829**	**1.034.631.027.820**	**34.811**
MG	58384105	52.545.694.500	52.545.695	11	578.002.640	169.065.772	862.235.437.474	29.011
ES	5249775	4.724.797.500	4.724.798	11	51.972.773	15.202.036	77.530.383.377	2.609
RJ	6481715	5.833.543.500	5.833.544	11	64.168.979	18.769.426	95.724.073.677	3.221
SP	388933898	350.040.508.200	350.040.508	11	3.850.445.590	1.126.255.335	5.743.902.209.181	193.258
Sudeste	**459049493**	**413.144.543.700**	**413.144.544**	**11**	**4.544.589.981**	**1.329.292.569**	**6.779.392.103.709**	**228.098**
PR	53831791	48.448.611.900	48.448.612	11	532.934.731	155.883.409	795.005.384.820	26.749
SC	699068	629.161.200	629.161	11	6.920.773	2.024.326	10.324.063.421	347
RS	1254475	1.129.027.500	1.129.028	11	12.419.303	3.632.646	18.526.494.504	623
Sul	**55785334**	**50.206.800.600**	**50.206.801**	**11**	**552.274.807**	**161.540.381**	**823.855.942.746**	**27.719**
MS	25228392	22.705.552.800	22.705.553	11	249.761.081	73.055.116	372.581.092.283	12.536
MT	16209589	14.588.630.100	14.588.630	11	160.474.931	46.938.917	239.388.478.468	8.054
GO	42972585	38.675.326.500	38.675.327	11	425.428.592	124.437.863	634.633.101.370	21.353
DF	66248	59.623.200	59.623	11	655.855	191.838	978.371.995	33
Centro-Oeste	**84476814**	**76.029.132.600**	**76.029.133**	**11**	**836.320.459**	**244.623.734**	**1.247.581.044.117**	**41.976**
Brasil	**671.394.957**	**604.255.461.300**	**604.255.461**	**11**	**6.646.810.074**	**1.944.191.947**	**9.915.378.928.337**	**333.610**

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 27– Quantidade de vinhaça que seria necessária para fertirrigação da área plantada com cana-de-açucar em 2009*.

Estado	Área plantada (ha)	Vinhaça (m³)
RO	4.220	1.688.000
AC	2.541	1.016.400
AM	6.050	2.420.000
RR	559	223.600
PA	9.973	3.989.200
AP	70	28.000
TO	9.654	3.861.600
Norte	**33.067**	**13.226.800**
MA	46.112	18.444.800
PI	12.866	5.146.400
CE	42.706	17.082.400
RN	67.597	27.038.800
PB	122.888	49.155.200
PE	352.276	140.910.400
AL	434.005	173.602.000
SE	41.931	16.772.400
BA	82.045	32.818.000
Nordeste	**1.202.426**	**480.970.400**
MG	715.628	286.251.200
ES	80.162	32.064.800
RJ	135.130	54.052.000
SP	4.887.820	1.955.128.000
Sudeste	**5.818.740**	**2.327.496.000**
PR	595.371	238.148.400
SC	17.646	7.058.400
RS	36.688	14.675.200
Sul	**649.705**	**259.882.000**
MS	285.993	114.397.200
MT	241.668	96.667.200
GO	524.194	209.677.600
DF	783	313.200
Centro-Oeste	**1.052.638**	**421.055.200**
Brasil	**8.756.576**	**3.502.630.400**

* considerando um uso de 400 m³/ha

VERSÃO PRELIMINAR

E. Feijão

Na Figura 18 pode-se observar o potencial gerador de energia dos resíduos da cultura do feijão no ano de 2009. O Estado com maior potencial instalado foi o Paraná, com potência de gerar 32,35 MW de energia. Ao analisarem-se as Grandes Regiões, tem-se o Sul como maior detentor do potencial energético desta cultura, com 31% do total, seguido do Sudeste, com 26 %, e do Nordeste com 24 %.

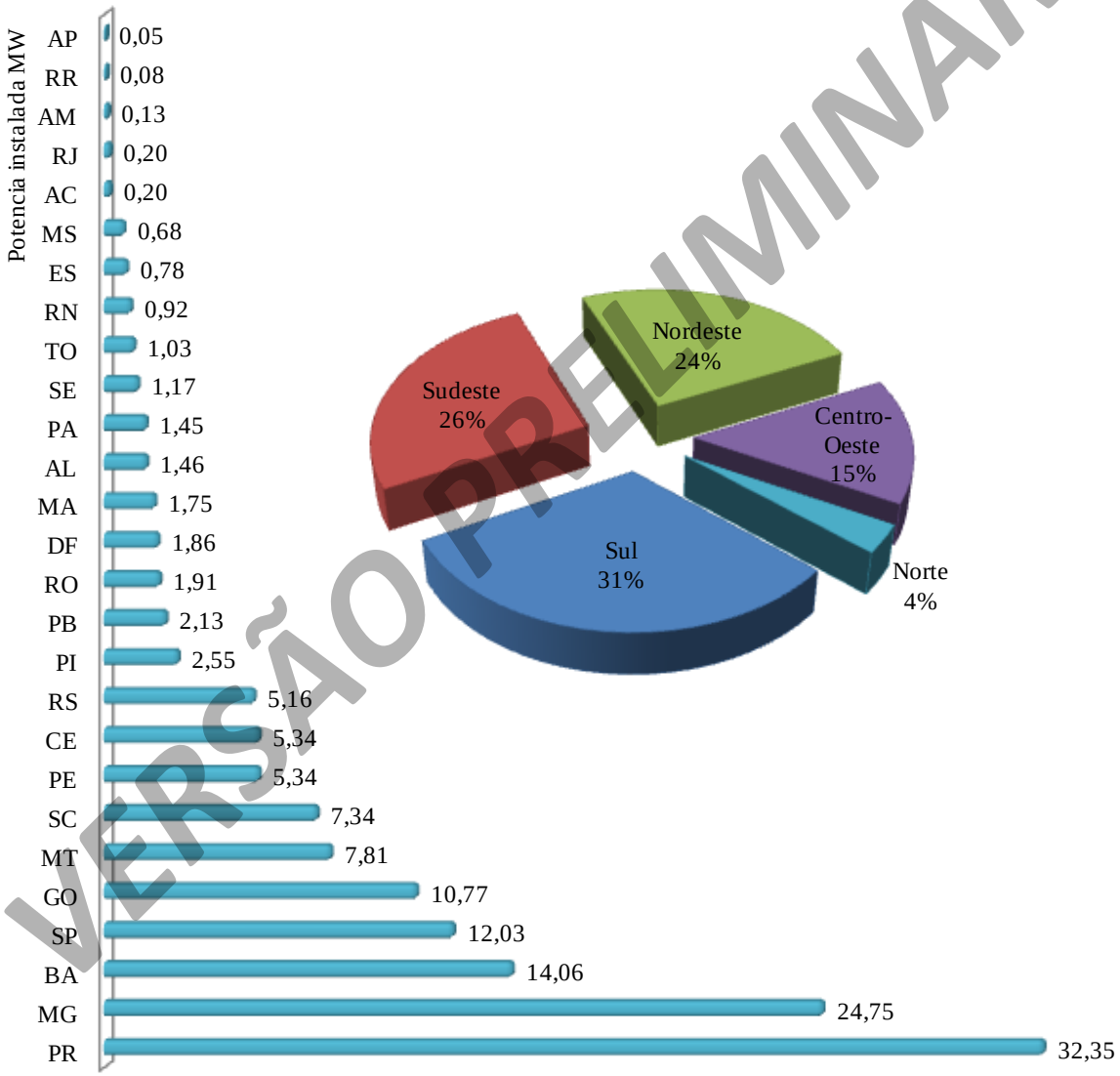
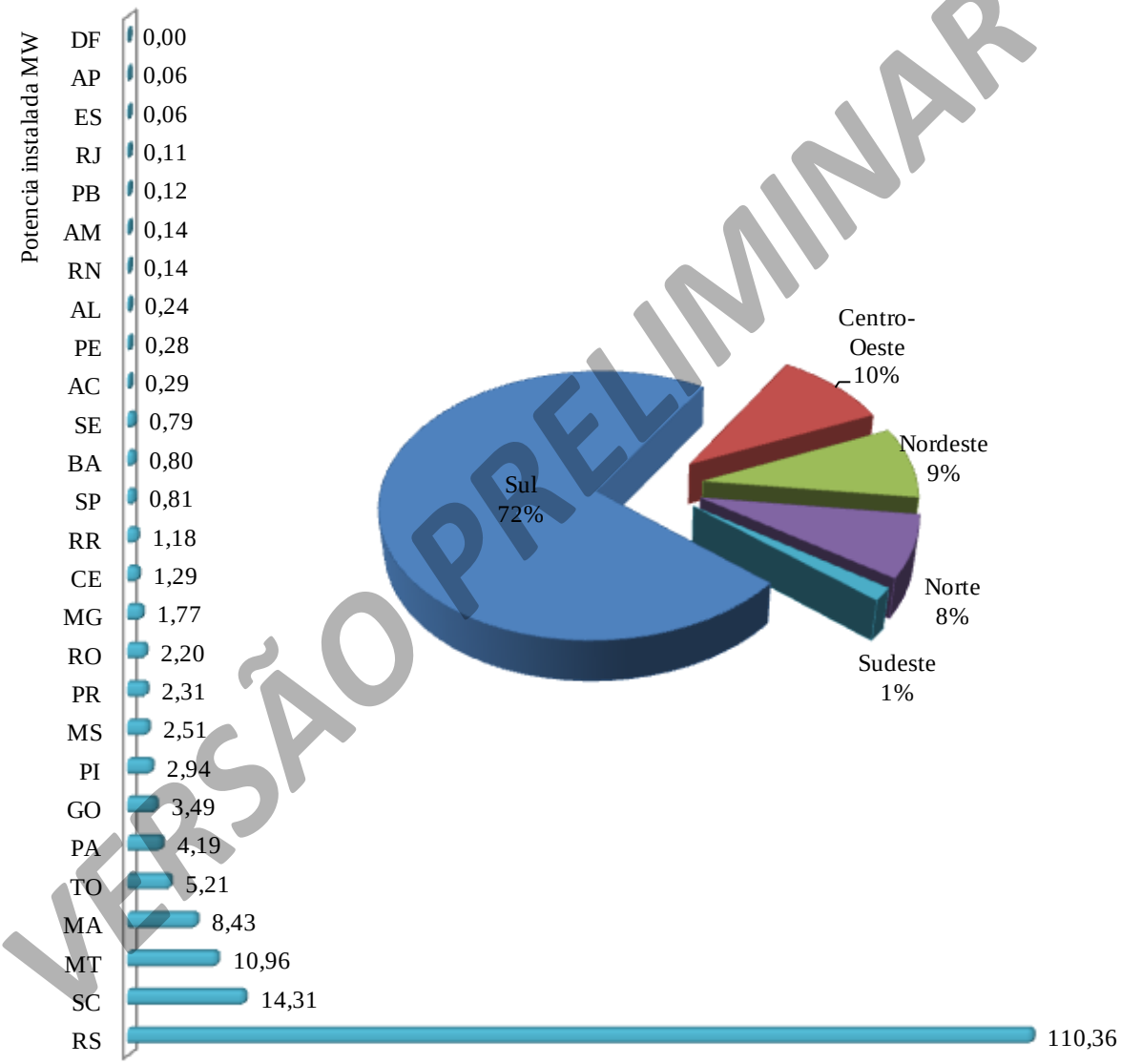


Figura 18 – Potencial energético dos resíduos da cultura do feijão no ano de 2009

VERSÃO PRELIMINAR

F. Arroz

O potencial energético dos resíduos da cultura do arroz no ano de 2009 é mostrado na Figura 19. Pode-se observar que o Estado do Rio Grande do Sul apresentou o maior potencial, com mais de 110 MW de potência instalada, seguido do Estado de Santa Catarina. Para as Grandes Regiões, o Sul representa mais de 72% do potencial nacional desta cultura.



VERSÃO PRELIMINAR

Figura 19 – Potencial energético da cultura do arroz para o ano de 2009

G. Trigo

A Figura 10 mostra o potencial energético dos resíduos da cultura do trigo no ano de 2009. O Estado do Rio Grande do Sul apresentou o maior potencial, definido em 117,08 MW de potência instalada, seguido dos Estados de Santa Catarina e Paraná. Desta forma, ao analisar as Grandes Regiões, vê-se que a Região Sul é a que tem maior potencial energético, sendo esse de aproximadamente 92 %.

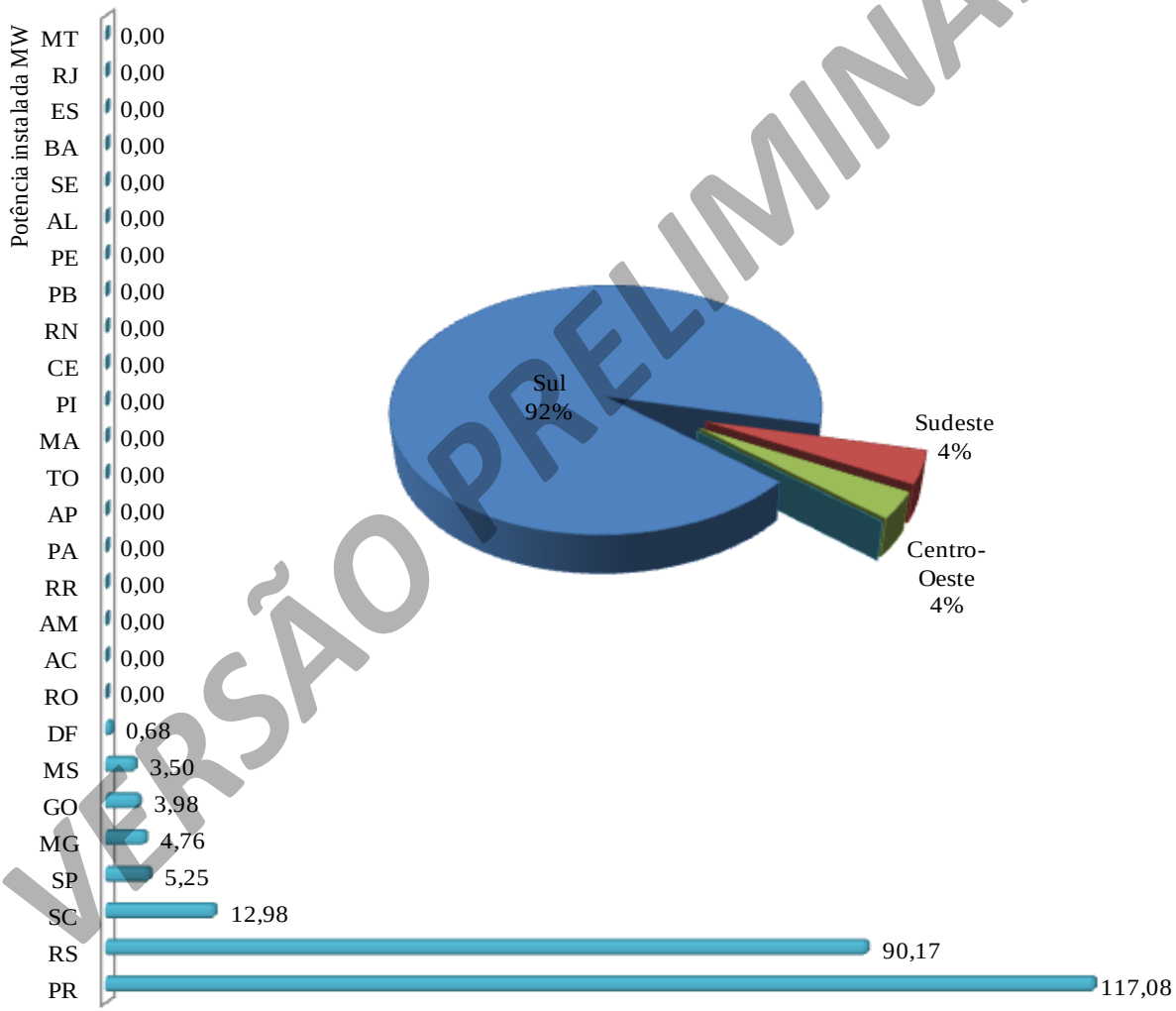


Figura 100 – Potencial energético dos resíduos da cultura do trigo para o ano de 2009

VERSÃO PRELIMINAR

2.1.3.4.2 Culturas Permanentes

A. Café

O potencial energético dos resíduos da cultura do café no ano de 2009 é apresentado na Figura 11. É possível observar que o Estado de Minas Gerais apresentou o maior potencial para produzir energia a partir destes resíduos, pois também foi o maior gerador destes resíduos em 2009. Ao analisarem-se as Grandes Regiões, ressalta-se o Sudeste com aproximadamente 83% deste potencial.

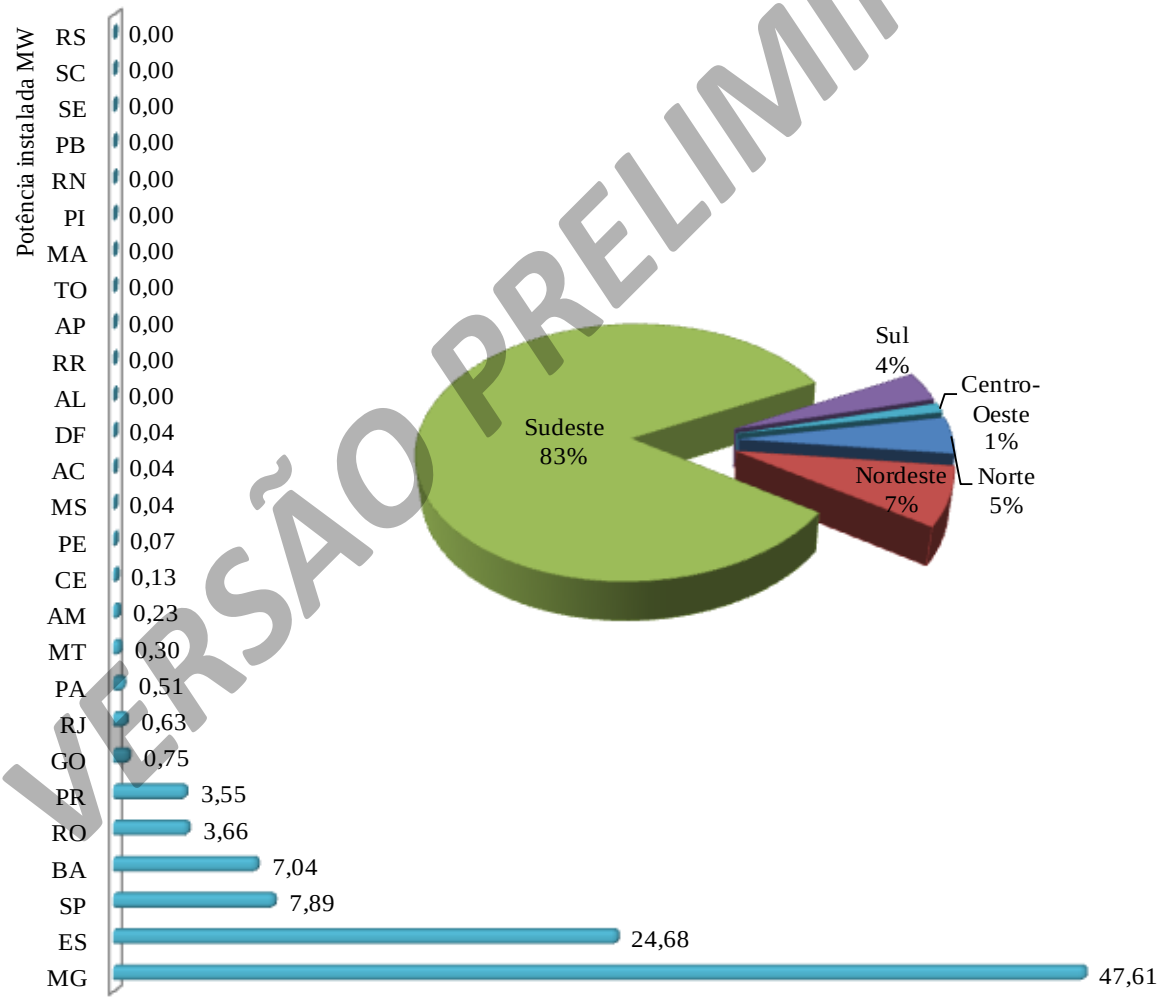
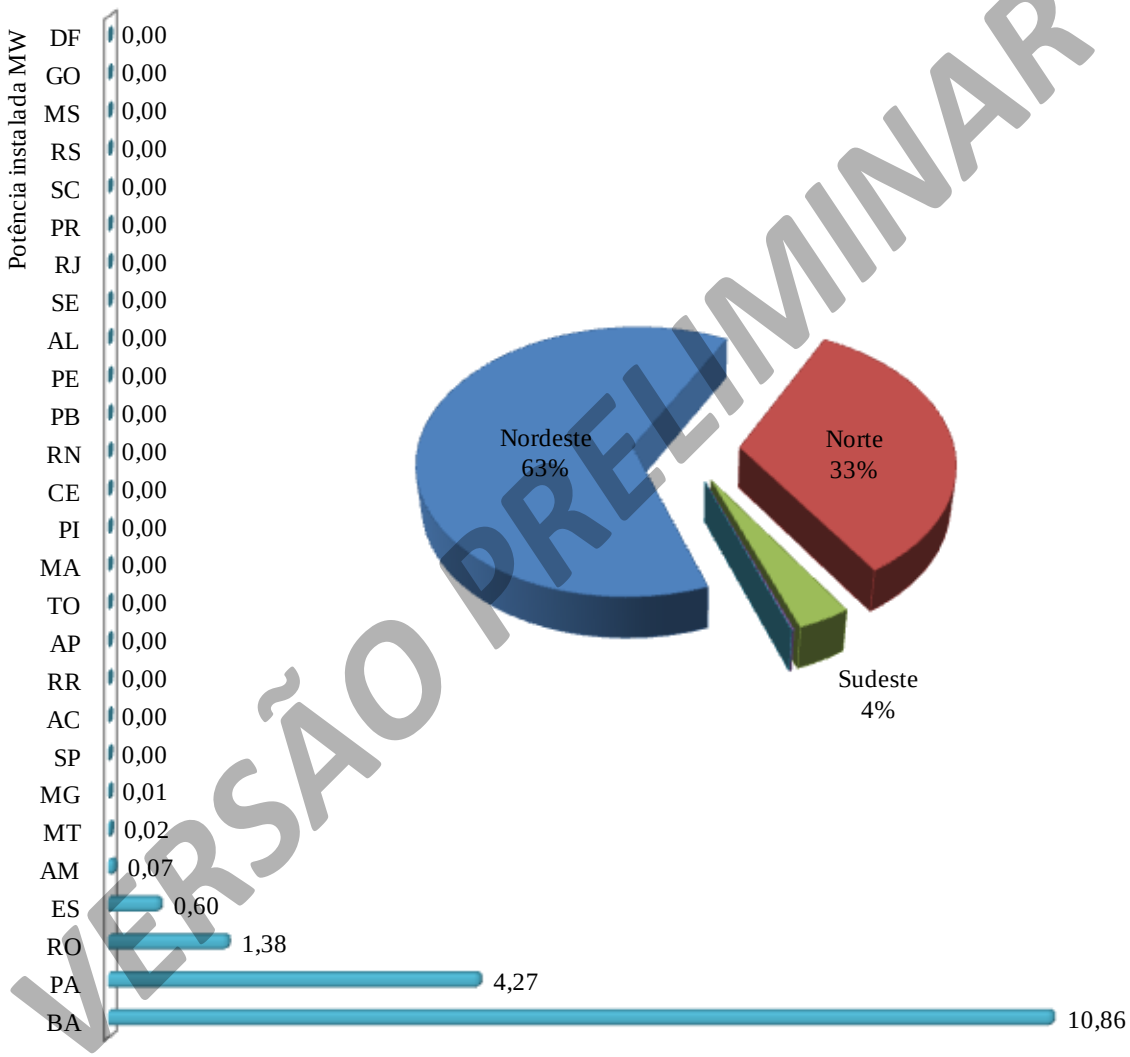


Figura 11 – Potencial energético dos resíduos da cultura do café para o ano de 2009

VERSÃO PRELIMINAR

B. Cacau

Na Figura 122 apresenta-se o potencial energético dos resíduos da cultura do cacau para o ano de 2009. Nesta, é possível observar que o Estado da Bahia apresentou o maior potencial, com 10,86 MW de potência instalada. Em relação às Grandes Regiões, ressalta-se o Nordeste, com mais da metade do potencial energético nacional referente a esta cultura.



VERSÃO PRELIMINAR

Figura 12 – Potencial energético dos resíduos da cultura do cacau para o ano de 2009

C. Banana

Atualmente existe uma crescente tendência em agregar valor ou utilizar os resíduos agrícolas de forma eficiente. Desta forma, tem-se, já largamente utilizados, os resíduos desta cultura. Os resíduos da banana (folhas e engaço) têm sido utilizados para a produção artesanal de cordas, tapetes, chapéus, cestos, tecidos e papéis em vários países como Brasil, Costa Rica, Equador e Filipinas.

Estes resíduos têm sido também empregados para a produção de polpa celulósica e papel; para a incorporação a materiais de construção, produtos da indústria automotiva e artigos têxteis (JARMAN et al., 1977; IGLESIAS et al., 1987; SOFFNER, 1993; ROJAS, 1996; GARAVELLO et al., 1997; NOLASCO et al., 1998 apud SOFFNER et al 1998).

Como outro uso destes resíduos destaca-se a sua transformação por meio de bioconversão em matéria orgânica para o solo e de alimentos para os ruminantes, como o feno ou o ensilado, ou mesmo a sua utilização como substrato para a produção de biomassa protéica de fungos e de leveduras (TAGLIARI et al., 2003 apud SILVA et al., 2009).

Conforme SILVA et al. (2009), outro forma de reaproveitamento destes resíduos, é a produção de biocombustível através da conversão do açúcar em álcool por via fermentativa. Para Souza et al. (s.d), é possível obter bioetanol a partir da fermentação da banana rejeitada no processo de industrialização, polpa e cascas. Segundo mesmo autor, o emprego destes resíduos como substrato de fermentação é uma alternativa bastante atraente do ponto de vista do aproveitamento e valorização de resíduos e sobras de produção e industrialização da fruta, mostrando-se de alto potencial para uso na produção de bioetanol, com produtividade próxima a do caldo de cana-de-açúcar.

Deste modo, conforme justificado anteriormente, como esta cultura já possui usos bem específicos. A mesma não será utilizada para estimar o potencial energético, visto que estes resíduos já têm histórico de reaproveitamento.

VERSÃO PRELIMINAR

D. Laranja

Da mesma forma que os resíduos da cultura da banana, os resíduos da laranja também já tem mercado difundido. Assim, seria incongruente propor outra utilização para estes, visto que o que se almeja é a redução de resíduos mal gerenciados e o seu reaproveitamento mais abrangente.

Atualmente o uso principal dos resíduos da laranja, conforme Alexandrino (2007) é como complemento para a ração animal, tendo boa aceitação por bovinos e caprinos. Segundo mesmo autor, vários estudos têm proposto outros usos para os resíduos da laranja, incluindo a obtenção de fertilizantes orgânicos, pectina, óleos essenciais, compostos com atividade anti-oxidante e várias enzimas, incluindo pectinases e amilases.

O principal produto da laranja é o suco, porém vários subprodutos com valor comercial são obtidos durante o seu processo de fabricação. Entre esses subprodutos estão os óleos essenciais, limonene e o farelo de polpa cítrica. Eles possuem diferentes aplicações no mercado interno e externo, as quais incluem fabricação de produtos químicos e solventes, aromas e fragrâncias, tintas e cosméticos (SILVA e MACIEL, s.d).

Uma das alternativas de reaproveitamento dos resíduos da laranja é a sua utilização como substrato para a obtenção de enzimas hidrolíticas e oxidativas envolvidas na degradação de materiais lignocelulósicos, ou seja, estes resíduos servem de base para o desenvolvimento destes fungos, utilizados na degradação de materiais compostos por lignina e celulose (ALEXANDRINO, 2007).

Outra possibilidade de utilização do resíduo líquido da indústria de beneficiamento de suco de laranja, conhecido como "água amarela", é como componente do meio de cultura para o crescimento de Penicillium citrinum, visando a associação entre a redução da DQO e a produção de uma ribonuclase. Esta enzima tem sido explorada comercialmente no Japão para a obtenção de nucleotídeos de sabor, os quais são obtidos em milhares de toneladas/ano e comercializados em países asiáticos, europeus e recentemente na América, adicionados a condimentos e alimentos pré-preparados (ALEXANDRINO, 2007).

Utiliza-se ainda, a biomassa residual da laranja como potencial fonte para produção de álcool combustível. As sobras desta fruta são ricas em pectina, celulose e

VERSÃO PRELIMINAR

polissacarídeos hemicelulósicos, que podem ser hidrolisados em açúcares e fermentados a álcool.

E. Coco-da-baía

O potencial energético dos resíduos da agroindústria do coco-da-baía, no ano de 2009, são apresentados na Figura 133. Nela, vê-se que o maior Estado com maior potencial gerador de energia é a Bahia, com 9,37 MW de potência instalada. Para as Grandes Regiões, o Nordeste representa mais de 69% do potencial nacional para geração de energia desta cultura.

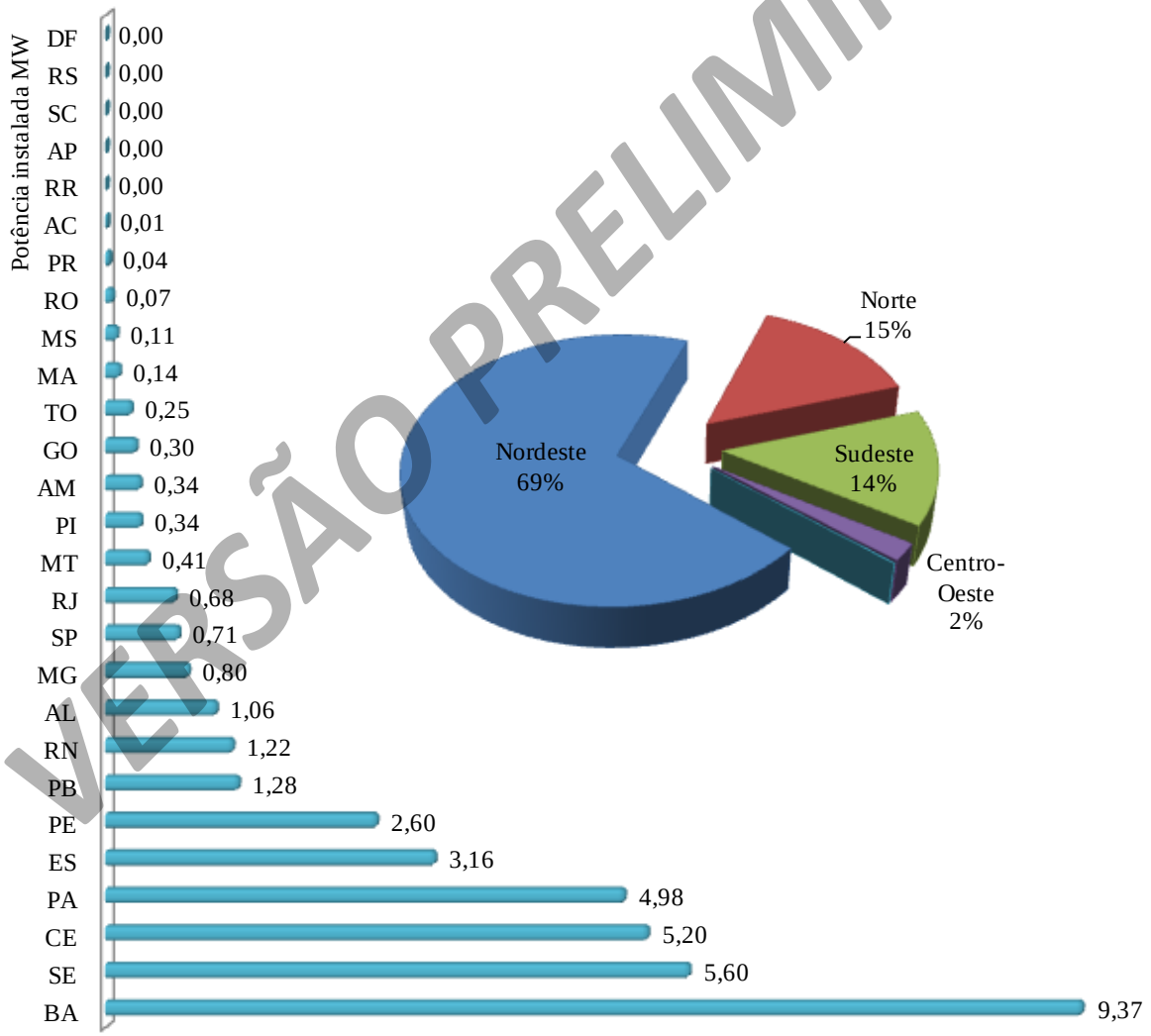
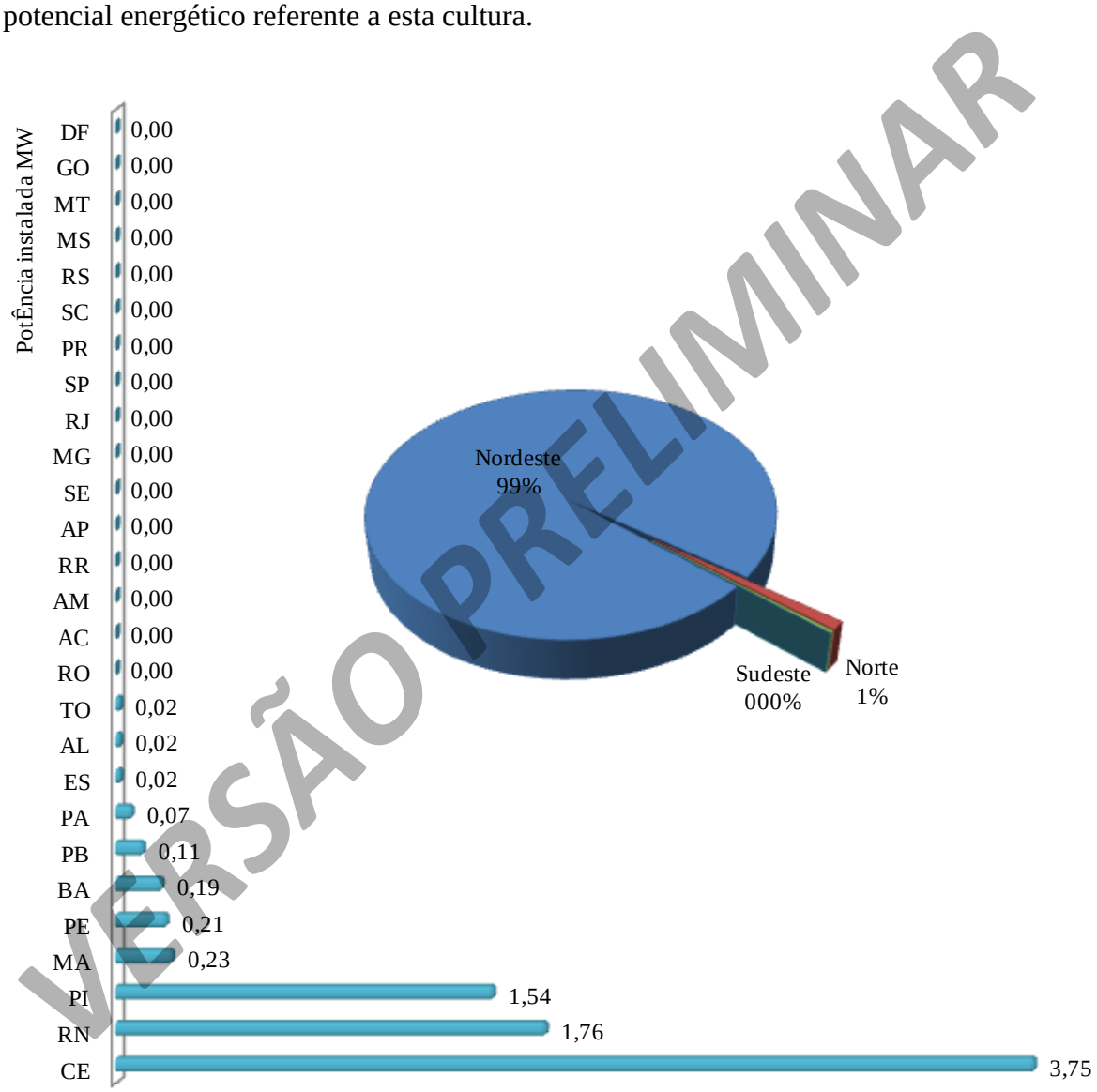


Figura 13 – Potencial energético dos resíduos da cultura do coco-da-baía para o ano de 2009

VERSÃO PRELIMINAR

F. Castanha de caju

Na Figura 14 apresenta-se o potencial energético dos resíduos da cultura da castanha de caju para 2009. Nesta, é possível observar que o maior potencial ocorreu no Estado do Ceará, com 3,75 MW/ano. A Região Nordeste apresentou com 99% do potencial energético referente a esta cultura.



VERSÃO PRELIMINAR

Figura 14 – Potencial energético dos resíduos da cultura da castanha de caju para o ano de 2009

G. Uva

Assim como os resíduos da cultura da banana e da laranja, os resíduos da uva também já tem mercado difundido, deste modo, não serão utilizados para avaliar o potencial energético.

Segundo Loiola (2007), um dos usos dos resíduos da uva (cascas e sementes de uva) é a alimentação humana, na forma de pães, barras de cereais, entre outros. Conforme Embrapa (2007), outra alternativa para estes resíduos é a alimentação animal.

Ao analisarem-se os atuais usos dos resíduos da uva, tem-se ainda, conforme estudo realizado pela Escola de Agricultura Luiz de Queiroz - Esalq, da Universidade de São Paulo – USP, a utilização de extrato natural de resíduos da casca e sementes da uva para prolongar o estado de conservação da carne de frango resfriada.

Resíduos resultantes da vitivinicultura poderão ainda, ser utilizados na indústria papeleira ou servir para aplicações idênticas às da cortiça, revelaram estudos desenvolvidos por investigadores da Universidade de Aveiro e do Instituto Politécnico de Viseu.

Outra alternativa, já largamente utilizada, é a compostagem destes resíduos (bagaço, engaço e sementes de uva), a fim de se obter, através de um processo biológico, um composto orgânico, que pode ser utilizado como adubo.

Pode-se ainda, segundo Oviedo (2005), utilizar-se destes resíduos nas indústrias farmacêuticas, pois as fibras auxiliam no trato gastrintestinal, enquanto os polifenóis atuam no combate ao mau colesterol, atuando, por exemplo, no combate às doenças do coração.

VERSÃO PRELIMINAR

2.1.3.5 Potencial total de geração de energia dos resíduos

Na Tabela 28, são apresentados os potenciais para geração de energia a partir dos resíduos das principais culturas brasileiras no ano de 2009. Observa-se um potencial total de geração de energia de 22.999 MW, o que equivale a 201.471.240 MWh (considerando um funcionamento de 8.760 horas anuais). A cana-de-açucar apresentou o maior potencial para produção de energia, seguida da soja e do milho. Algumas das culturas, como trigo, feijão, café, coco, cacau e castanha de caju, apresentaram um potencial muito baixo para geração de energia, o que indica uma possível inviabilidade de uso econômico desse potencial.

Tabela 28 – Potencial energético dos resíduos das principais culturas brasileiras no ano de 2009.

Cultura	Resíduos (t)	MW
Soja	41.862.129	3.422
Milho	29.432.678	2.406
Cana-de-açúcar (bagaço e torta de filtro)	201.418.487	16.464
Feijão	1.847.984	143
Arroz	2.530.355	175
Trigo	3.033.315	238
Café	1.220.029	97
Cacau	83.025	7
Coco-da-baía	405.009	39
Castanha de caju	80.484	8
TOTAL	**281.913.495**	**22.999**

VERSÃO PRELIMINAR

2.2 PECUÁRIA E AGROINDÚSTRIAS ASSOCIADAS

Os tópicos a seguir apresentam a situação do setor pecuário e da agroindústria associada, focando particularmente a geração de resíduos e efluentes, potencial de geração de metano e energia elétrica a partir destes resíduos e efluentes, bem como as dificuldades encontradas na realização dos estudos.

2.2.1 AVALIAÇÃO DA GERAÇÃO DOS DEJETOS NAS PRINCIPAIS CRIAÇÕES PECUÁRIAS

2.2.1.1 Introdução

A cada ano, a participação do Brasil no comércio internacional de proteína animal vem crescendo, com destaque para a produção de carne bovina, suína e de frango, conforme informações Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (s.d.). Até 2020 segundo o autor, a expectativa é que a produção nacional de carne bovina supra 44,5% do mercado mundial, a carne de frango supra 48,1% e a carne suína 14,2%. No que tange ao impacto da atividade na economia, o setor pecuário respondeu por 6,6% do PIB nacional no ano de 2010 (CEPEA/ESALQ, s.d.). O aumento da produção animal no Brasil vem sendo possível, conforme informações da FAO (2006), pois os produtores aproveitam os baixos custos de produção alimentar para a pecuária, decorrentes da proximidade entre os estabelecimentos de produção animal e lavouras de milho e soja.

O crescimento da produção animal nos últimos anos decorre das mudanças e modernização dos sistemas utilizados, que incluíram o modelo de produção animal industrial e o sistema de integração vertical. Como características do modelo de produção animal industrial destacam-se a alta taxa de conversão alimentar, alta taxa de concentração de animais, alta mecanização e pouca mão-de-obra. No processo de integração vertical, os pequenos produtores são contratados por grandes fornecedores e/ou processadores, através da integração total, na qual todas as unidades de uma cadeia produtiva passam a ser controladas por uma única empresa (HSI, 2011).

Associado ao incremento do rebanho animal e concentração geográfica (chamados *clusters*), ocorre também o aumento da quantidade de dejetos em pequenas

VERSÃO PRELIMINAR

áreas que demandarão sistemas efetivos de tratamento, com vistas a reduzir impacto potencial associado, sendo este considerado um dos grandes desafios do setor pecuário nos próximos anos.

O crescimento acelerado da produção agropecuária traz consigo um agravamento dos problemas ambientais, tornando obrigatória a inclusão dessa questão nas análises setoriais do agronegócio (CEPEA/ESALQ, 2006). As atividades agropecuárias são extremamente dependentes dos recursos ambientais, sendo imprescindível a compreensão universal de que sem equilíbrio ambiental, não há condições de crescimento ou até mesmo continuidade das atividades de criações.

Neste capítulo são apresentados os dados referentes à geração de dejetos nas principais criações animais do Brasil, definidas com base nos dados de tamanho do rebanho obtidos junto ao IBGE para o país e para as 5 regiões geográficas: Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste.

VERSÃO PRELIMINAR

2.2.1.2 Escopo e limitações do estudo

Os dados obtidos são referentes aos publicados no IBGE de 2009, sendo estes os mais recentes encontrados para o setor. Os dados referem-se ao rebanho total de cada tipo de criação, o que dificulta a análise uma vez que são necessários dados distribuídos por sistemas de criação, taxas de crescimento, raça, sexo e o período de permanência dos animais nas instalações.

Torna-se importante salientar que utilizando apenas os dados do tamanho rebanho e peso dos animais no período de abate para o calculo da geração de dejetos, a quantidade gerada estaria sendo superestimada. Com vistas a reduzir o erro na estimativa de geração de dejetos, foi desenvolvida uma metodologia que utiliza como base de dados valores médios do peso inicial do animal, peso final e tempo de permanência. Desta forma é possível obter a taxa de crescimento e por conseqüência o peso do animal em cada dia do ciclo. A partir disto, torna-se possível estimar a geração de dejetos por dia, e no final, a soma destes valores possibilita chegar a um valor de dejetos gerados por Unidade Animal (U.A.).

Relativamente à criação de frangos, igualmente, os dados não são apresentados em termos de criação para exportação e para o mercado nacional, o que faz diferença

no cálculo de dejetos uma vez que o tempo de criação para um e outro é diferente. Para tanto, utilizou-se dados da ABEF (Associação Brasileira de Produtores e Exportadores de Frangos) sobre as Exportações Brasileiras de Carne de Frango no ano de 2009.

Os problemas associados a esta metodologia são de que o crescimento do animal não é linear. Neste aspecto há carência de referências bibliográficas e técnicas para algumas criações do peso inicial e final, bem como do período de permanência, sendo necessário utilizar dados de conhecimento empírico. Além destas questões, as atividades avaliadas, sofrem modificações constantes em termos de ciclos sazonais e são variáveis de produtor para produtor. Em decorrência disto, a geração de dejetos pode variar em função do sistema de criação adotado (confinado ou extensivo), a alimentação fornecida, raça e sexo dos animais. Outro item a ser apontado, é a falta de dados nacionais para a geração de dejetos, que sejam aplicáveis aos dados existentes sobre o rebanho. Apesar destas questões, acredita-se que o método utilizado gerou resultados aproximados da real quantidade de resíduos gerados.

Os valores apresentados neste relatório são uma estimativa e para que seja possível refiná-los são necessárias informações mais específicas para os itens apontados acima e para cada região.

Por outro lado, as taxas de mortalidade por lotes ou ao longo do ano, são variáveis em decorrência de epidemias, fatores climáticos, manejo inadequado, dentre outros fatores, e para que estes valores possam ser quantificados, é necessário que uma maior quantidade de dados sejam coletados. Entretanto, é importante frisar que a mortalidade dos animais ocorre em situações específicas, sendo tomadas providências para que as mesmas não aconteçam e gerem prejuízos aos produtores.

VERSÃO PRELIMINAR

2.2.1.3 Metodologia

O número efetivo do rebanho de aves de postura, bovinos e suínos no Brasil foi obtido junto ao IBGE – Pesquisa Pecuária Municipal – PPM referente aos dados de 2009. O rebanho de frangos de corte (que incluem os galos, frangas, frangos e pintos) foi obtido no IBGE - Pesquisa Trimestral do Abate de Animais - PTAA, igualmente com dados de 2009. Com base nestes dados foram feitos agrupamentos por região e

por rebanho, estimando-se a produção para o Brasil e por regiões em número de cabeças para cada tipo de criação.

2.2.1.3.1 Tamanho efetivo dos rebanhos

A Tabela 29 apresenta o rebanho efetivo das principais criações brasileiras no ano de 2009, para o Brasil e para as 5 regiões (Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste).

Tabela 29 - Rebanho efetivo das principais criações no Brasil e por regiões.

Tipo de Rebanho	Brasil (cabeças)	Norte (cabeças)	Nordeste (cabeças)	Sudeste (cabeças)	Sul (cabeças)	Centro-Oeste (cabeças)
Galos, frangas, frangos e pintos [1]	4.773.641.106	63.152.379	138.893.310	1.078.052.775	2.870.783.529	622.759.113
Galinhas [2]	208.871.491	9.074.193	40.386.011	76.750.514	59.709.645	22.951.128
Bovinos [2]	205.260.154	40.437.159	28.289.850	37.978.874	27.894.576	70.659.695
Suínos[2]	38.045.454	1.627.822	6.290.004	6.692.336	18.437.986	4.997.306

Fonte: 1 - PTAA (2009b), 2 - PPM (2009a).

A representatividade de cada tipo de criação para o Brasil, em termos de percentagem de número de cabeças no ano de 2009 é apresentadas na Figura 15.

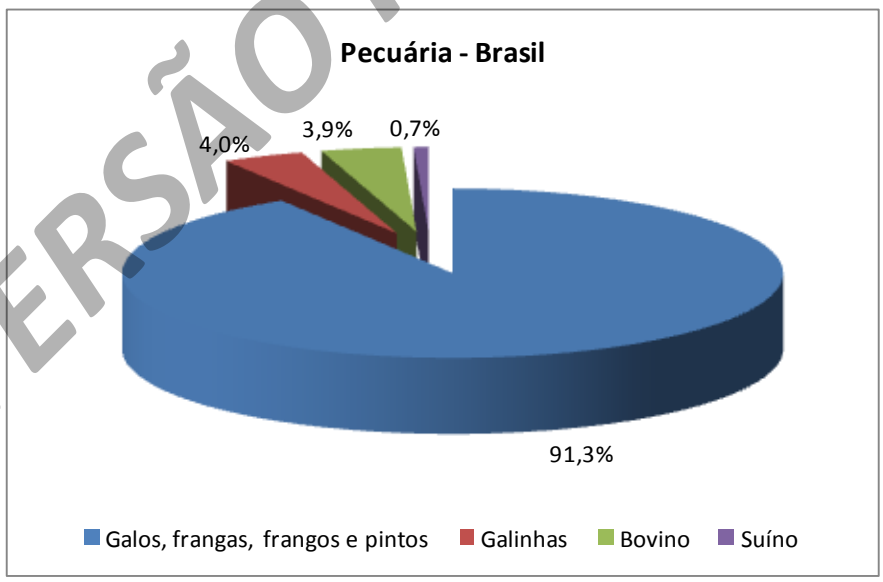


Figura 15 – Representatividade das quatro principais criações animais do Brasil, em percentagem de número de cabeças, ano base 2009.

Os dados apresentados na Figura 15, demonstram que o rebanho de galos, frangos, frangas e pintos, que são aves criadas para corte, é o mais representativo do

VERSÃO PRELIMINAR

Brasil, seguido do rebanho de galinhas (aves de postura), e do rebanho de bovinos. A menor representatividade em termos percentuais é o rebanho de suínos.

- ***Rebanho de aves***

Os segmentos que fazem parte da cadeia produtiva de aves de corte incluem a pesquisa e desenvolvimento genético de linhagens, unidades de avoseiros, unidades "matrizeiro", incubatórios e aviários. Neste relatório serão trabalhados os dados relativos aos aviários nos quais se dá o crescimento e a engorda dos pintos, que chegam com 3 dias, e ficam até a época de abate, ocorrendo na maioria das vezes em sistemas de confinamento, sob cama e integrados a uma empresa. A empresa integradora disponibiliza os insumos e a genética, e responsabiliza-se pela absorção do frango produzido, enquanto o produtor entra com mão-de-obra, recursos da propriedade, investimento para construção e manutenção das instalações.

A criação de aves de postura tem como principal meta a produção de ovos para consumo humano. As aves são criadas na maioria dos casos em sistemas confinados de gaiola ou sobre cama. O período de produção de ovos é variável em função da raça e sistema de criação adotado, ocorrendo em média entre a 20º e 80º semana de vida (AVILA et al., 2006).

Na Figura 16 são apresentados os percentuais de representatividade da criação de aves de corte nas cinco grandes regiões do Brasil. Pode-se observar que o rebanho de frangos de corte é maior nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

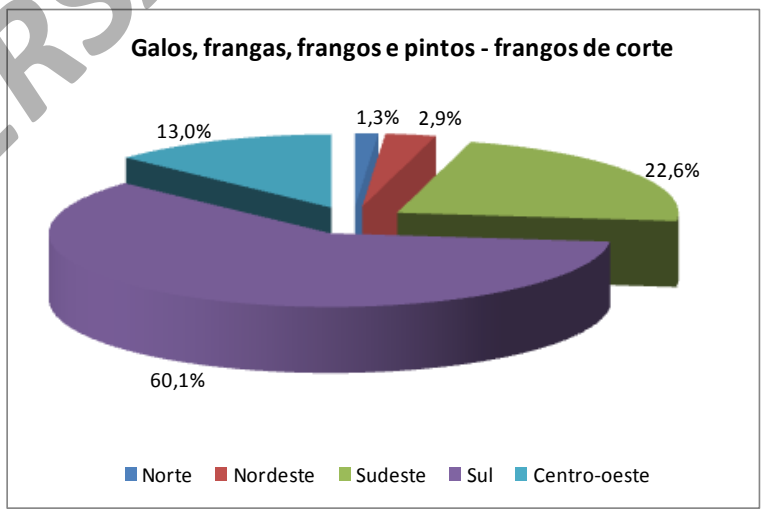


Figura 16 – Representatividade do rebanho de frangos de corte nas cinco grandes regiões, ano base 2009.

VERSÃO PRELIMINAR

Os dados relativos aos percentuais do rebanho de aves de postura em cada uma das regiões do Brasil estão apresentados na Figura 17. Observa-se que o rebanho de galinhas (aves de postura) é maior nas regiões Sudeste, Sul e Nordeste.

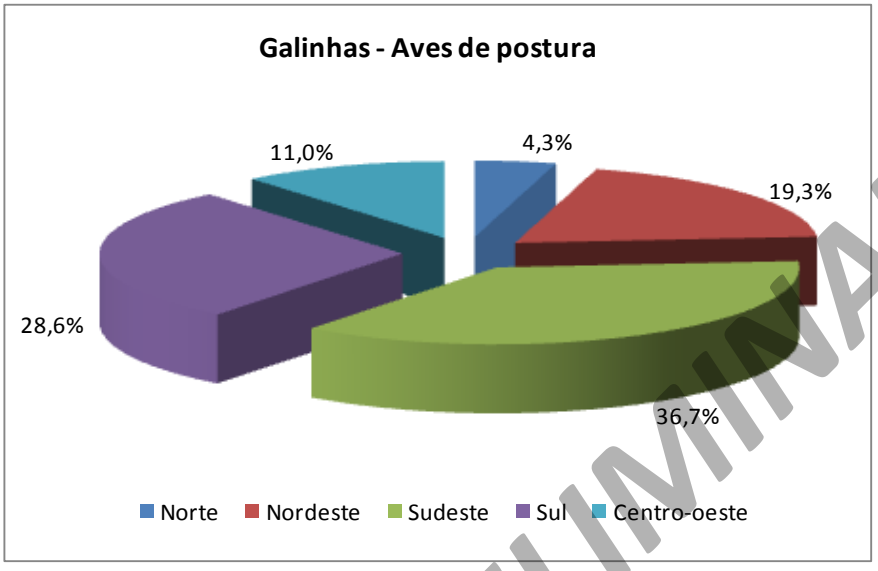


Figura 17 - Representatividade do rebanho de aves de postura nas cinco grandes regiões do Brasil, ano base 2009.

VERSÃO PRELIMINAR

- ***Rebanho de bovinos***

O rebanho de bovinos se subdivide em dois tipos: bovinos de leite e bovinos de corte. Os bovinos de leite, no caso vacas leiteiras, são destinados à produção de leite e são criadas em sistemas confinamento ou semi-confinamento.

O rebanho de bovinos de corte tem sua criação em sistemas de confinamento, semi-confinamento ou extensivo e são destinados a produção de carne. O sistema de confinamento, segundo Alencar e Pott (2003) favorece a utilização racional dos fatores de produção e do potencial e da diversidade genética animal e vegetal, enquanto que os sistemas extensivos, em regime de pastagens, sujeitam os animais à escassez periódica de forragem, comprometendo seu desenvolvimento e sua eficiência reprodutiva, e concentrando a oferta de carne em determinada época do ano. Os bovinos podem ser abatidos nas fases de novilho (aproximadamente 300 kg) ou boi (aproximadamente 450 kg). Os vitelos são bezerros predominantemente de raça leiteira, que são criados em confinamento, sendo alimentados com leite e/ou sucedâneos especiais do leite e são abatidos entre 16 a 18 semanas de idade com 160-170 kg de peso vivo (ALVES & LIZIEIRE, 2001).

Na Figura 18 são apresentados os percentuais de representatividade do rebanho de bovinos, nas cinco grandes regiões. O rebanho de bovinos é o terceiro maior do país, estando presente em maior número nas regiões Centro-Oeste, Norte e Sudeste.

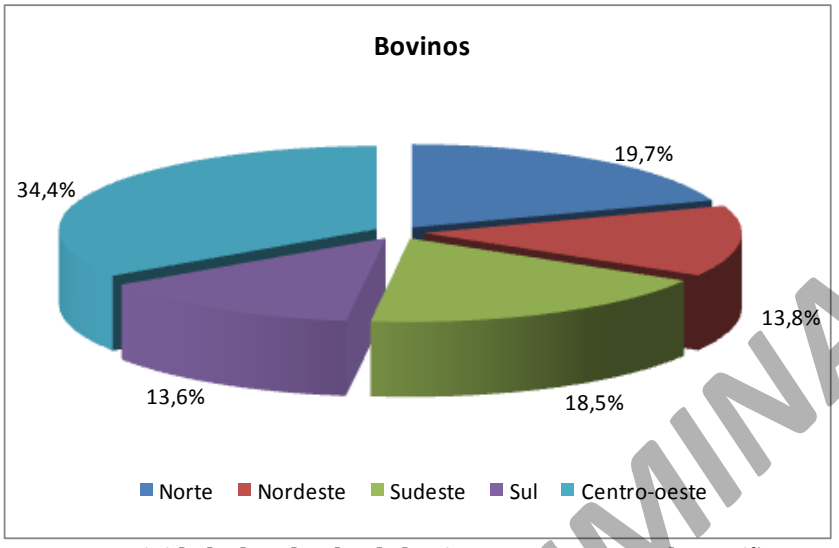


Figura 18 - Representatividade do rebanho de bovinos nas cinco grandes regiões, ano base 2009.

O IBGE não apresenta dados do rebanho bovino, separado em gado de corte e de leite, os dados de cada tipo de criação serão apresentados posteriormente, estimados a partir de dados secundários da quantidade de gado abatido.

- ***Rebanho de suínos***

A criação de suínos se dá principalmente no sistema de confinamento, com separação em 6 tipos de produção: ciclo completo, unidade de produção de leitões sem creche (UPL - 21 dias), unidade de produção de leitões com creche (UPL - 63 dias), terminação, creche e central de inseminação. A maioria dos criadores de suínos é integrada a uma empresa (como ocorre com o frango de corte) e atua em um determinado tipo de produção, os quais exigem mão-de-obra e instalações específicas.

Na Figura 29, apresenta-se a representatividade do rebanho de suínos nas cinco grandes regiões. Observa-se que o rebanho de suínos tem uma grande representatividade na região Sul, chegando a quase 50% da produção nacional.

VERSÃO PRELIMINAR

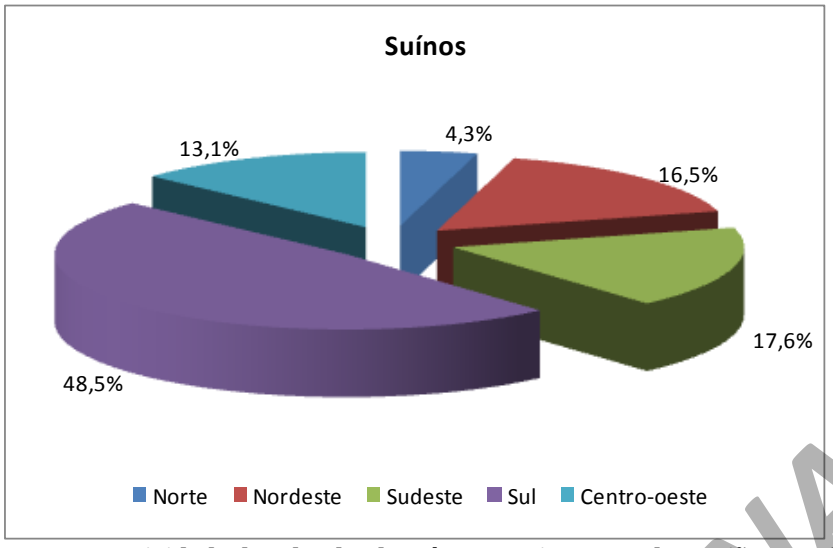


Figura 29- Representatividade do rebanho de suínos nas cinco grandes regiões, ano base 2009.

VERSÃO PRELIMINAR

2.2.1.3.2 Avaliação da produção de dejetos pelos rebanhos

A produção de dejetos foi calculada com base no tamanho do rebanho tendo como referência os dados apresentados por ASAE (2003) que calcula a geração por kg de animal vivo/dia conforme apresentado na Tabela 30.

Tabela 30 - Produção média de dejetos por kg de animal vivo por dia.

Unidade	Tipo de criação				
	Frango de corte	Poedeiras	Gado de leite	Gado de corte	Suíno
kg	0,085	0,064	0,086	0,058	0,084

Fonte: Adaptada de ASAE (2003).

Utilizando-se como referência os dados citados acima, buscou-se estimar para cada tipo de criação a quantidade de dejetos que são gerados por Unidade Animal (U.A.), levando em consideração o peso inicial do animal, peso final e tempo de permanência no local de criação. Com estes dados obteve-se uma taxa de crescimento diária estimando-se assim a quantidade de dejetos gerados por dia, por peso vivo animal. A descrição geral das etapas está apresentada abaixo:

1º etapa:

- Cálculo da taxa de crescimento (TC):

TC (kg/dia) = (peso final - peso inicial) / tempo de permanência

2º etapa:

- Cálculo do peso do animal (PA):

PA/dia = peso final - taxa de crescimento

3º etapa:

- Cálculo da geração de dejetos (GD):

*GD/dia (kg/dia) = (PA/dia) * geração dejetos (kg/dia)*

4º etapa:

- Cálculo da geração de dejetos por Unidade Animal (UA)

Geração de dejetos U.A. = GD/dia (kg/dia) no período de permanência

5º etapa:

- Cálculo do total de dejetos gerados:

*Geração de dejetos Total (kg/ano) = Geração de dejetos U.A. * rebanho*

2.2.1.3.3 Geração de dejetos na criação de aves

A geração de dejetos nas criações de aves foi analisada em termos de frangos de corte (divididos em criação para exportação e para mercado interno) e aves de postura.

Geração de dejetos na criação de aves de corte

Como os dados do IBGE apresentam apenas dados do rebanho total, sem separar em frangos que são criados para exportação e frangos criados para o mercado nacional, utilizou-se dados da ABEF (Associação Brasileira de Produtores e Exportadores de Frangos) sobre a Exportações Brasileiras de Carne de Frango no ano de 2009 (ABEF, 2010). A partir disso, estimou-se o quanto do frango produzido no Brasil e regiões é consumido no mercado nacional e quanto é exportado. Os percentuais da quantidade de frango exportado por região estão apresentados na Tabela 31. As regiões Norte e Nordeste não apresentaram exportações no período.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 31 - Percentuais de frango exportado por região do Brasil.

Regiões	Sul	Sudeste	Centro-Oeste
Percentual de frango exportado (%)	74,6	11,4	13,6

Fonte: ABEF (2010).

Para o cálculo da geração de dejetos de frangos de corte foram utilizados os dados expressos nas Tabela 32 e Tabela 33 em termos de frango produzido para o mercado nacional e para exportação:

Tabela 32 - Dados do frango produzido para o mercado nacional.

Peso inicial	39 g[1]
Peso final	2.421 g[2]
Permanência	47 dias[2]

Fonte: 1 – Agrinbands (s.d.); 2 - Sordi, Souza & Magalhães (2004).

Tabela 33 - Dados do frango produzido para exportação.

Peso inicial	39 g[1]
Peso final	1.200 g[2]
Permanência	35 dias[2]

Fonte: 1 – Agrinbands (s.d.); 2 - Sordi, Souza & Magalhães (2004).

Geração de dejetos na criação de aves de postura

Os dados utilizados para o cálculo da geração de dejetos de aves de postura, segundo Avila et al. (2006), estão apresentados na Tabela 34.

Tabela 34 - Dados das aves de postura.

Peso inicial	2.000 g
Peso final	2.820 g
Permanência	413 dias

A geração de dejetos por dia foi calculada, conforme o peso da ave, obtendo-se assim a média de geração por dia. O valor médio gerado/dia no período de 413 dias foi multiplicado por 365 dias, obtendo-se desta maneira a geração por U.A. em um ano.

VERSÃO PRELIMINAR

2.2.1.3.4 Geração de dejetos de bovinos

A geração de dejetos pela criação de bovinos foi estimada separadamente entre os rebanhos de produção de leite e de corte.

Geração de dejetos na criação bovinos de leite

Para o cálculo da geração de dejetos para vacas leiteiras, utilizou-se como peso médio 450 kg (USDA, 1992) para cada U.A. e período de permanência de 365 dias, ou seja, um ano no sentido de poder estimar a geração de dejetos anual.

Geração de dejetos na criação bovinos de corte

O tamanho do rebanho de bovinos de corte foi calculado a partir da subtração do número de vacas ordenhadas no ano de 2009, e do total do rebanho de bovinos no mesmo ano. O rebanho de bovinos de corte em cada fase de criação foi estimado a partir dos dados da quantidade de novilhas, novilhos, bois e vacas abatidos no ano em questão.

Como os dados referentes ao peso dos bovinos em cada fase (vitelo (a), novilho (a) e boi (ou vaca)) dependem de diversos fatores como dieta, raça, sexo e sistema de criação, foram determinados como valores médios para o cálculo da geração de dejetos os dados apresentados nas Tabela 35, Tabela 36 e Tabela 37.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 35 - Dados do rebanho de novilhos e novilhas.

Peso inicial	33 kg[1]
Peso final	300 kg[2]
Permanência	365 dias[2]

Fonte: 1 - Homma et al. (2006); 2 - definido pelo autor.

Tabela 36 - Dados do rebanho de bois e vacas.

Peso inicial	300 kg[1]
Peso final	450 kg[1]
Permanência	365 dias[1]

Fonte: 1 - definido pelo autor.

Tabela 37 - Dados do rebanho de vitelos e vitelas.

Peso inicial	33 kg[1]
Peso final	165 kg[2]
Permanência	120 dias[2]

Fonte: 1 - Homma et al. (2006); 2 – Alves & Lizieire (2001).

2.2.1.3.5 Geração de dejetos suínos

Para o cálculo da geração de dejetos suínos foram utilizados os dados apresentados na Tabela 38 e segundo AMARAL et al. (2006).

Tabela 38 - Dados do rebanho de suínos.

Peso inicial	1.100 g
Peso final	90 kg
Permanência	135 dias

VERSÃO PRELIMINAR

2.2.1.4 Resultados

Os resultados obtidos são apresentados para o Brasil e por região para cada um dos rebanhos analisados (aves, bovinos e suínos).

2.2.1.4.1 Geração de dejetos de aves

Geração de dejetos de frangos de corte

Os dejetos gerados pela criação dos frangos de corte foram analisados segundo a produção nacional e para exportação.

Nas Tabela 39 e Tabela 40 e Figura 19 são apresentados dados referentes ao rebanho e a geração de dejetos decorrentes da criação de frangos de corte no Brasil e por regiões, para o mercado nacional e exportação.

Tabela 39 - Produção de frangos de corte no Brasil e regiões, para o mercado nacional e exportação.

	Frangos de corte (cabeças)[1]	Exportação (%)[2]	Frangos de corte (cabeças) Mercado nacional	Frangos de corte (cabeças) Exportação
Brasil	4.773.641.106	49,2	2.424.443.338	2.349.197.768
Norte	63.152.379	0	63.152.379	0
Nordeste	138.893.310	0	138.893.310	0
Sudeste	1.078.052.775	11,4	955.154.759	122.898.016
Sul	2.870.783.529	74,6	729.179.016	2.141.604.513
Centro-Oeste	622.759.113	13,6	538.063.874	84.695.239

Fonte: 1 – Pesquisa Trimestral de Abate Animal (2009b); 2- ABEF (2010).

Tabela 40 - Geração de dejetos de frangos de corte no Brasil e por regiões, ano base 2009.

	Geração de dejetos (t/ano) Mercado nacional	Geração de dejetos (t/ano) Exportação	Geração de dejetos (t/ano) Total
Brasil	11.913.715	4.329.571	16.243.286
Norte	310.331	0	310.331
Nordeste	682.522	0	682.522
Sudeste	4.693.630	226.501	4.920.132
Sul	3.583.186	3.946.977	7.530.163
Centro-Oeste	2.644.046	156.093	2.800.139

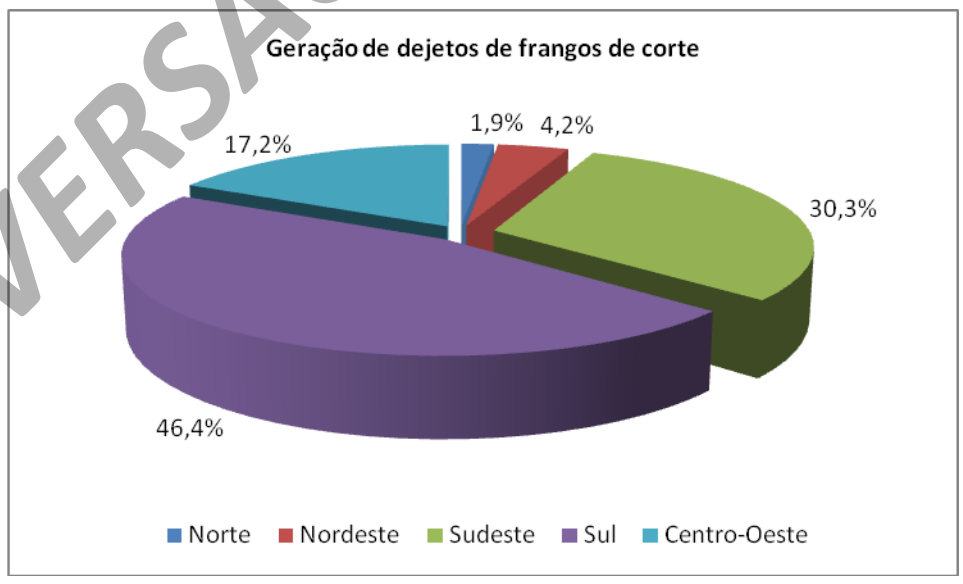


Figura 19 - Percentual da geração de dejetos de frangos de corte nas cinco grandes regiões brasileiras, ano base 2009

VERSÃO PRELIMINAR

A criação de frangos de corte tem maior representatividade nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, sendo que a região Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), apresenta o maior percentual de frangos destinados para exportação.

Geração de dejetos – galinhas (aves de postura)

Na Tabela 41 e Figura 20 são apresentados os dados do tamanho do rebanho e a geração de dejetos decorrentes da criação de galinhas (aves de postura) no Brasil e por regiões.

Tabela 41- Rebanho e geração de dejetos de galinhas (aves de postura) no Brasil e por regiões.

	Galinhas (cabeças)[1]	Geração de dejetos (t/ano)
Brasil	208.871.491	11.782.568
Norte	9.074.193	511.881
Nordeste	40.386.011	2.278.200
Sudeste	76.750.514	4.329.543
Sul	59.709.645	3.368.258
Centro-Oeste	22.951.128	1.294.687

Fonte: 1 - PPM (2009).

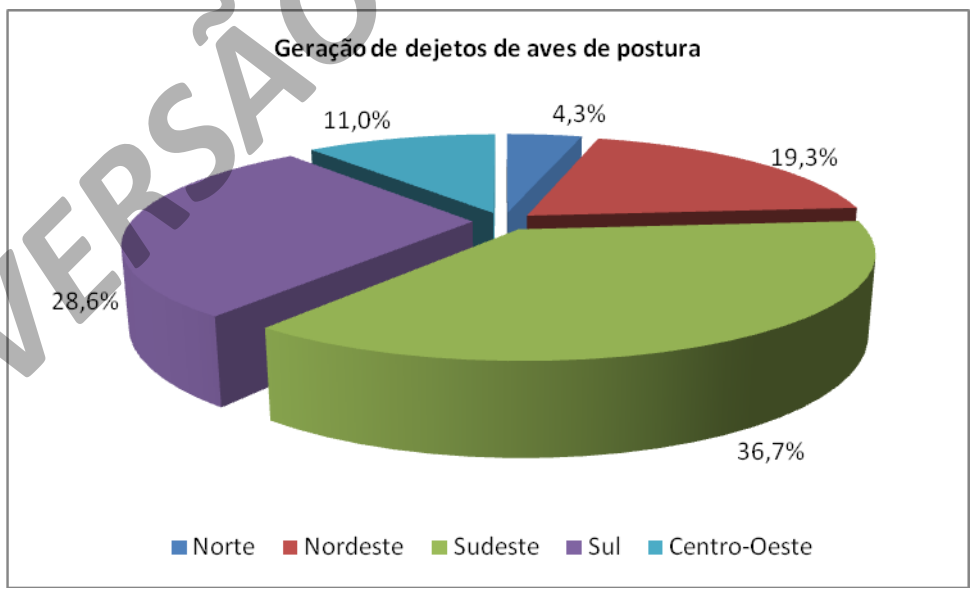


Figura 20 - Percentual da geração de dejetos de aves de postura nas cino grandes regiões brasileiras, ano base 2009.

VERSÃO PRELIMINAR

Os rebanhos mais representativos são encontrados nas regiões Sudeste, Sul e Nordeste e em decorrência geram as maiores quantidades de dejetos.

2.2.1.4.2 Geração de dejetos bovinos

A geração de dejetos de bovinos foi avaliada em função dos rebanhos de corte e de produção de leite, a partir da estimativa do tamanho do rebanho. Na Tabela 42 são apresentados dados do rebanho de vacas ordenhadas e bovinos de corte separados nas categorias: bois e vacas, e novilhos e novilhas, para o Brasil e regiões.

Tabela 42 - Produção de bovinos de corte e vacas ordenhadas no Brasil e regiões.

	Total de Bovinos (cabeças)[1]	Vacas ordenhadas (cabeças)[1]	Bois e Vacas (cabeças)[2]	Novilhos e Novilhas (cabeças)[2]	Vitelos e Vitelas (cabeças)[2]
Brasil	205.260.154	22.435.289	157.199.633	25.578.586	46.647
Norte	40.437.159	2.661.708	37.610.997	164.454	0
Nordeste	28.289.850	4.794.239	19.494.716	4.000.895	0
Sudeste	37.978.874	7.516.095	26.210.635	4.227.848	24.296
Sul	27.894.576	3.879.605	20.122.979	3.891.992	0
Centro-Oeste	70.659.695	3.583.642	60.026.179	7.049.874	0

Fonte: 1 – PPM (2009a); 2 – estimado com base nos dados de cabeças abatidas em 2009 (Pesquisa Trimestral do Abate de Animais – IBGE, 2009a).

Geração de dejetos de bovinos de leite

Na Tabela 43 e Figura 21 são apresentados dados da geração de dejetos decorrentes da criação de bovinos de leite, no Brasil e por regiões.

Tabela 43 - Geração de dejetos das vacas ordenhadas no Brasil e por regiões.

	Vacas Ordenhadas – Peso Vivo (kg) rebanho total [1]	Dejetos gerados (t/ano) [2]
Brasil	3.684.996.218.250	316.909.675
Norte	437.185.539.000	37.597.956
Nordeste	787.453.755.750	67.721.023
Sudeste	1.234.518.603.750	106.168.600
Sul	637.225.121.250	54.801.360
Centro-Oeste	588.613.198.500	50.620.735

1 – Peso Vivo = (nº de vacas ordenhadas * peso médio (450kg)) * 365 dias; 2 – Dejetos gerados = (peso vivo * 86 kg de dejeto cada 1.000 kg /animal vivo/dia).

VERSÃO PRELIMINAR

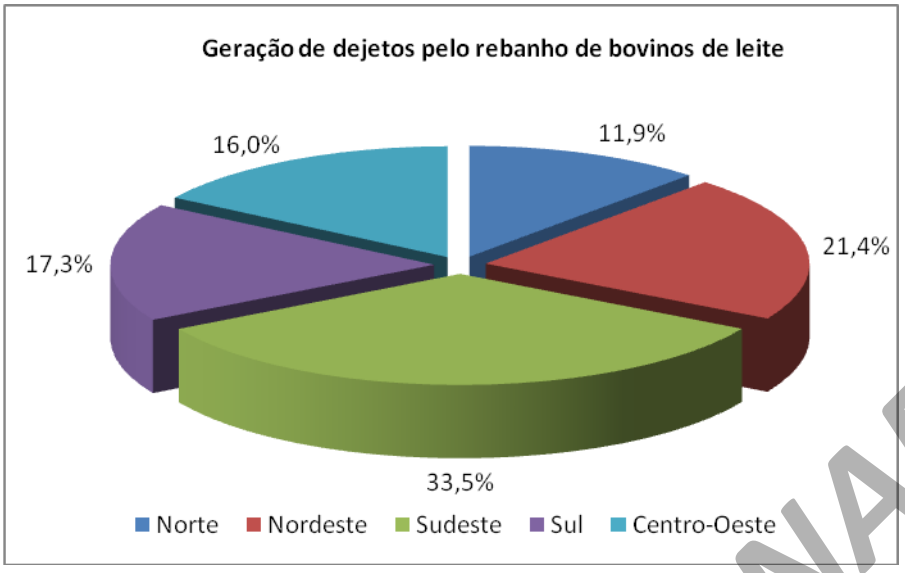


Figura 21 - Percentual da geração de dejetos de bovinos de corte nas cino grandes regiões brasileiras, ano base 2009.

O maior rebanho de bovinos de leite é encontrado na região Sudeste, gerando no total mais de 90 milhões de t/ano de dejetos. Para as avaliações de geração de biogás e energia a partir da biodigestão dos dejetos do rebanho de bovinos de leite considerou-se que esta criação ocorre 100% em sistema confinado, podendo ser totalmente aproveitado, já que não foram localizadas informações da quantidade que é criada em sistema extensivo ou confinado.

Geração de dejetos de bovinos de corte

Na Tabela 44 e Figura 22 são apresentados dados da geração de dejetos decorrentes da criação de bovinos de corte, no Brasil e por regiões.

Tabela 44 - Geração de dejetos dos bovinos de corte no Brasil e por regiões.

	Dejetos bovinos de corte - bois e vacas (t/ano) [1]	Dejetos bovinos de corte - novilhos e novilhas (t/ano) [2]	Dejetos bovinos de corte – vitelos e vitelas (t/ano) [2]	Total de dejetos gerados (t/ano)
Brasil	1.247.968.583	90.164.515	325.611	1.338.458.709
Norte	298.584.303	579.700	0	299.164.003
Nordeste	154.763.674	14.103.156	0	168.866.830
Sudeste	208.079.676	14.903.166	169.595	223.152.437
Sul	159.751.303	13.719.270	0	173.470.573
Centro-Oeste	476.532.826	24.850.807	0	501.383.633

1 - Tamanho do rebanho (bois e vacas) * resíduos gerados por U.A. (300 a 450kg)/ano; 2 - Tamanho do rebanho (novilhos e novilhas) * resíduos gerados por U.A. (33 a 300kg)/ano; 3 - Tamanho do rebanho (vitelos e vitelas) * resíduos gerados por U.A. (33 a 165kg)/ano.

VERSÃO PRELIMINAR

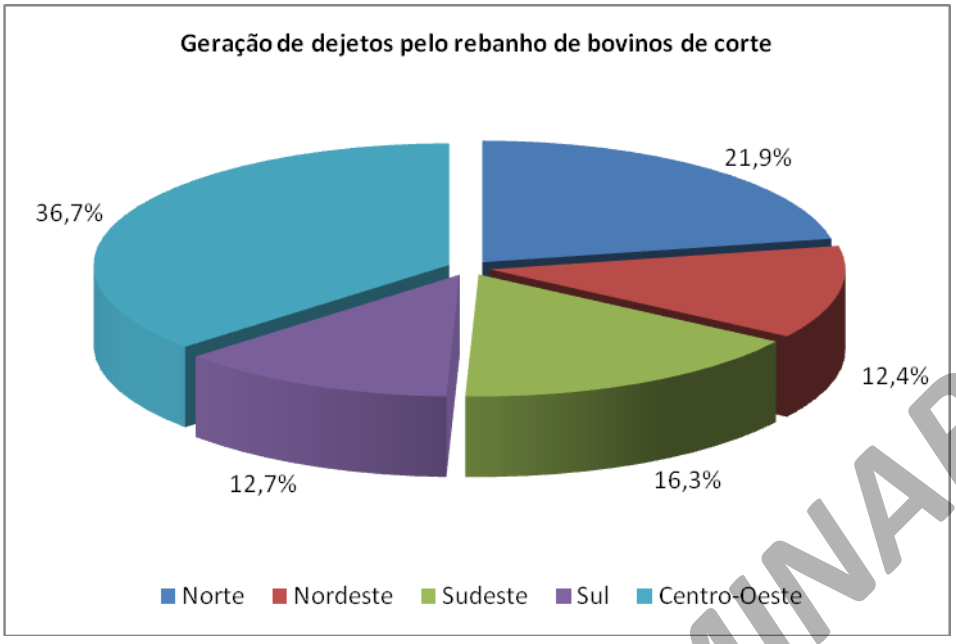


Figura 22 - Percentual da geração de dejetos de bovinos de corte nas cino grandes regiões brasileiras, ano base 2009.

Em relação aos bovinos de corte o maior rebanho e por consequência as maiores quantidades de dejetos gerados são verificadas nas regiões Centro-Oeste e Norte. Lembrando que, para este estudo, foi considerado como se 100% da criação de bovinos de corte ocorresse em sistema extensivo, ficando os dejetos dispostos nos campos onde são criados, já que não foram encontradas informações da quantidade que é criada em sistema extensivo ou confinado. Sendo assim, estes dejetos não serão agregados aos dejetos com potencial de biodigestão e produção de energia.

VERSÃO PRELIMINAR

2.2.1.4.3 Geração de dejetos de suínos

Na Tabela 45 e Figura 23, são apresentados dados do rebanho e quantidade de dejetos decorrentes da criação de suínos no Brasil e regiões.

Tabela 45 - Produção de suínos e geração de dejetos no Brasil e por regiões.

	Suínos (cabeças)[1]	Dejetos gerados (t/ano)
Brasil	38.045.454	20.379.732
Norte	1.627.822	871.972
Nordeste	6.290.004	3.369.354
Sudeste	6.692.336	3.584.870
Sul	18.437.986	9.876.639
Centro-Oeste	4.997.306	2.676.897

Fonte: 1 – PPM (2009a).

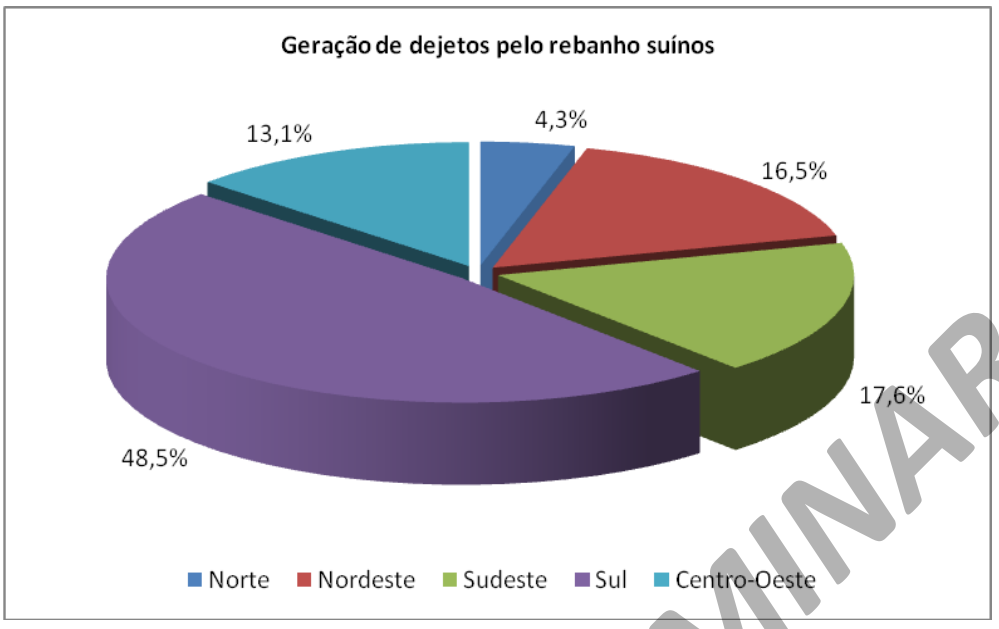


Figura 23 - Percentual da geração de dejetos de suínos nas cinco grandes regiões brasileiras, ano base 2009.

A criação de suínos tem destaque na região Sul do país, com um rebanho praticamente 3 vezes maior do que nas regiões Nordeste e Sudeste que possuem aproximadamente 6 milhões de cabeças de suínos.

2.2.1.4.4 Geração total de dejetos

Na Tabela 46 são apresentadas as quantidades estimadas de dejetos gerados pelas principais criações animais no Brasil e nas regiões no ano de 2009. A Figura 24 mostra a geração de dejetos (t/ano) nas regiões.

Tabela 46 - Quantidade de dejetos gerados pelas principais criações animais no Brasil e regiões no ano de 2009.

	Frangos de corte (t/ano)	Postura (t/ano)	Vacas ordenhadas (t/ano)	Bovinos de corte - bois e vacas (t/ano)	Bovinos de corte - novilhos e novilhas (t/ano) [2]	Bovinos de corte - vitelo (t/ano)[2]	Suínos (t/ano)	TOTAL DE DEJETOS GERADOS (t/ano)
Brasil	16.243.286	11.782.568	316.909.675	1.247.968.583	90.164.515	325.611	20.379.732	1.703.773.970
Norte	310.331	511.881	37.597.956	298.584.303	579.700	0	871.972	338.456.143
Nordeste	682.522	2.278.200	67.721.023	154.763.674	14.103.156	0	3.369.354	242.917.929
Sudeste	4.920.132	4.329.543	106.168.600	208.079.676	14.903.166	169.595	3.584.870	342.155.582
Sul	7.530.163	3.368.258	54.801.360	159.751.303	13.719.270	0	9.876.639	249.046.993
Centro-Oeste	2.800.139	1.294.687	50.620.735	476.532.826	24.850.807	0	2.676.897	558.776.091

VERSÃO PRELIMINAR

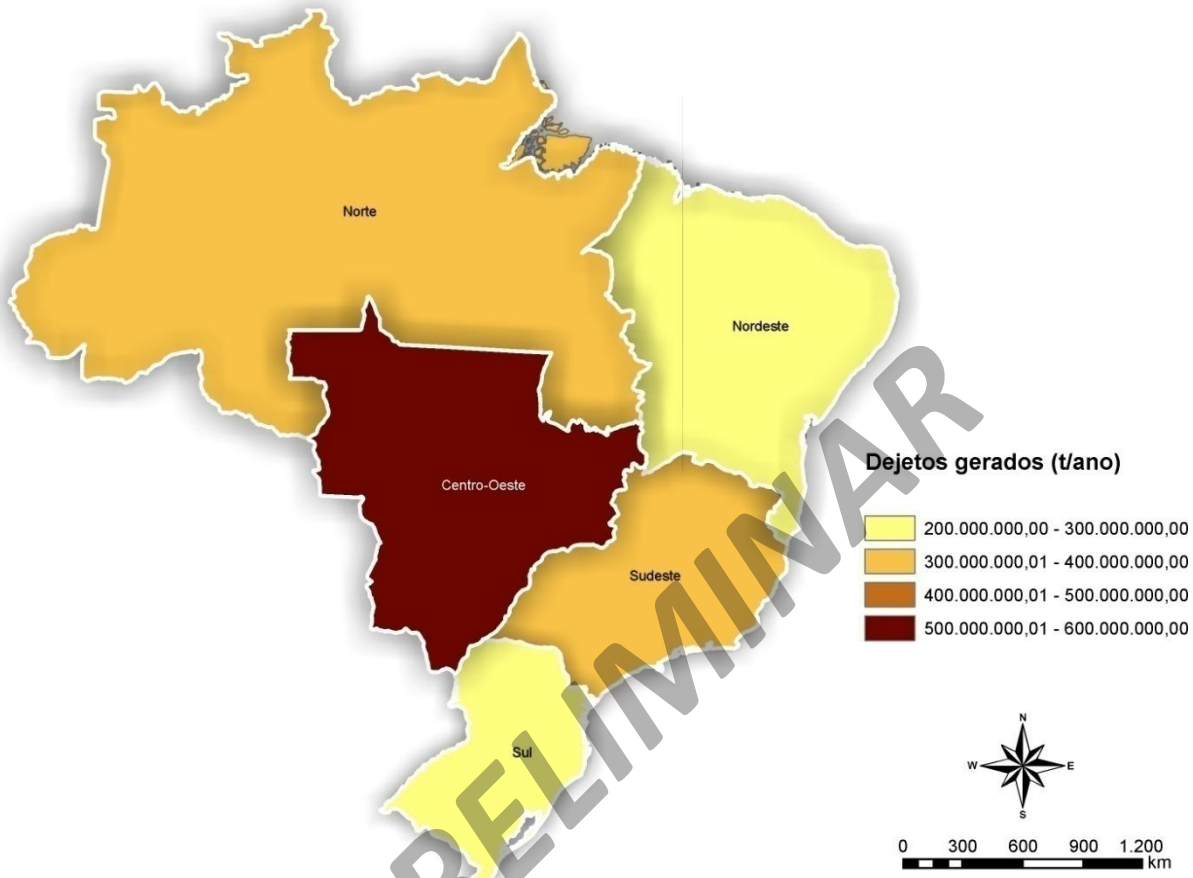


Figura 245- Estimativa dos dejetos gerados pelas principais criações animais nas regiões brasileiras no ano de 2009.

Observa-se que a região Centro-Oeste gerou a maior quantidade de dejetos pecuários do Brasil, sendo a criação de bovinos de corte (bois e vacas) a que mais contribuiu para isso.

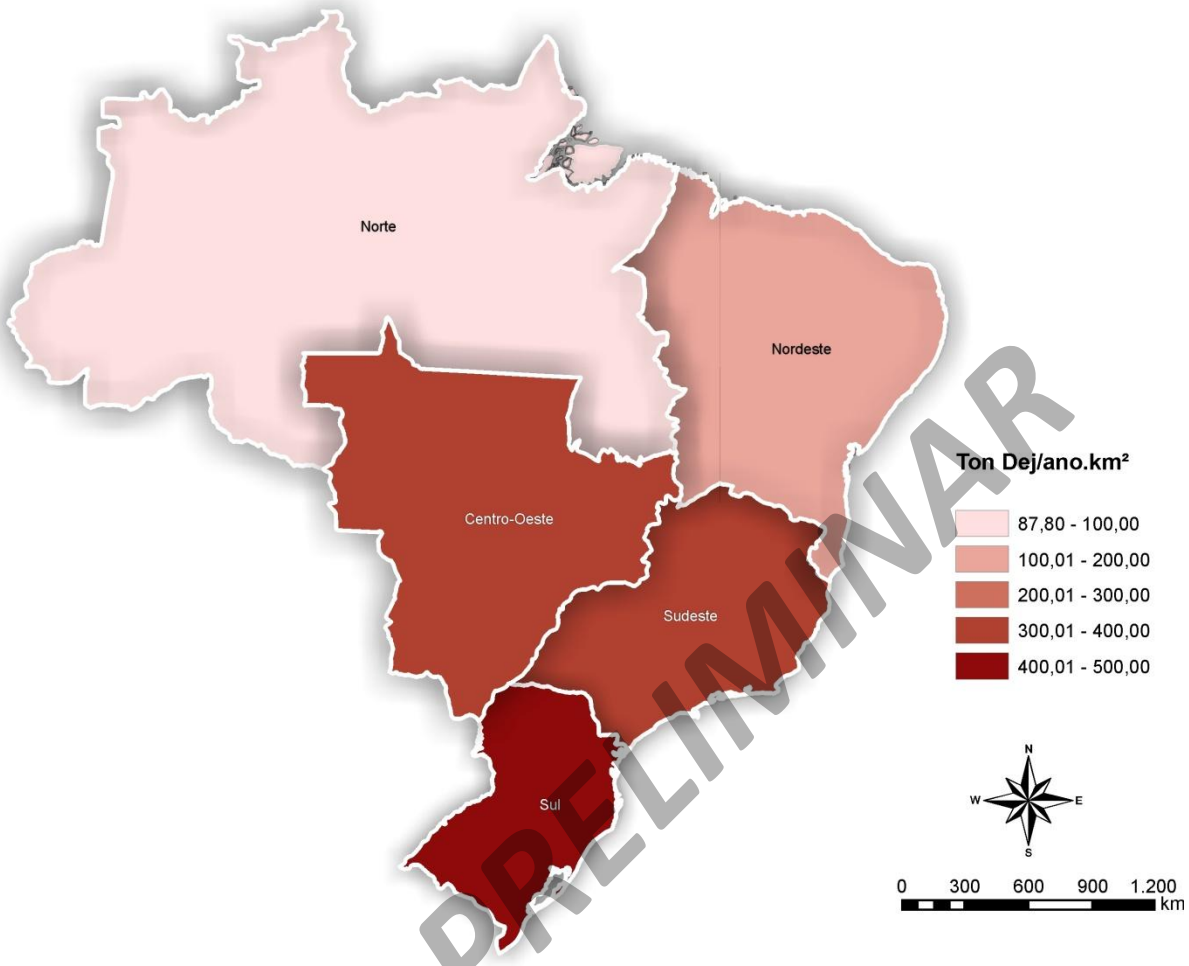
A concentração de dejetos gerados por região, obtida com base nos dados do total de dejetos gerados (t/ano) e extensão territorial de cada região (km²), está apresentada na Tabela 47 e Figura 25.

Tabela 47 - Geração de resíduos (t/ano) por km² nas cinco regiões brasileiras no ano de 2009.

	Extensão territorial (km²)[1]	Total de dejetos gerados (t/ano)	Quantidade de dejeto por área (t dejeto ano/km²)
Norte	3.853.575,62	338.456.143	87,8
Nordeste	1.554.387,73	242.917.929	156,3
Sudeste	924.596,06	342.155.582	370,1
Sul	563.802,08	249.046.993	441,7
Centro-oeste	1.606.366,79	558.776.091	347,9

Fonte: 1 – IBGE / Estados (s.d.).

VERSÃO PRELIMINAR



VERSÃO PRELIMINAR

Figura 25 - Quantidade de dejeto (t/ano) gerado por área (km²) pelas principais criações animais nas regiões brasileiras no ano de 2009.

Observa-se que a região Sul, gera as maiores quantidades de dejetos (t/ano) por área (km²), seguido das regiões Centro-oeste e Sudeste.

Como comentado anteriormente, os dejetos com potencial de biodigestão, são aqueles gerados em sistemas confinados de criação animal, que incluiria neste estudo as criações de aves (corte e postura, bovinos de leite e suínos). Desta forma a Figura 26, apresenta a concentração de dejetos (t/ano/km^2) com potencial de aproveitamento através da biodigestão e posterior conversão em energia elétrica.

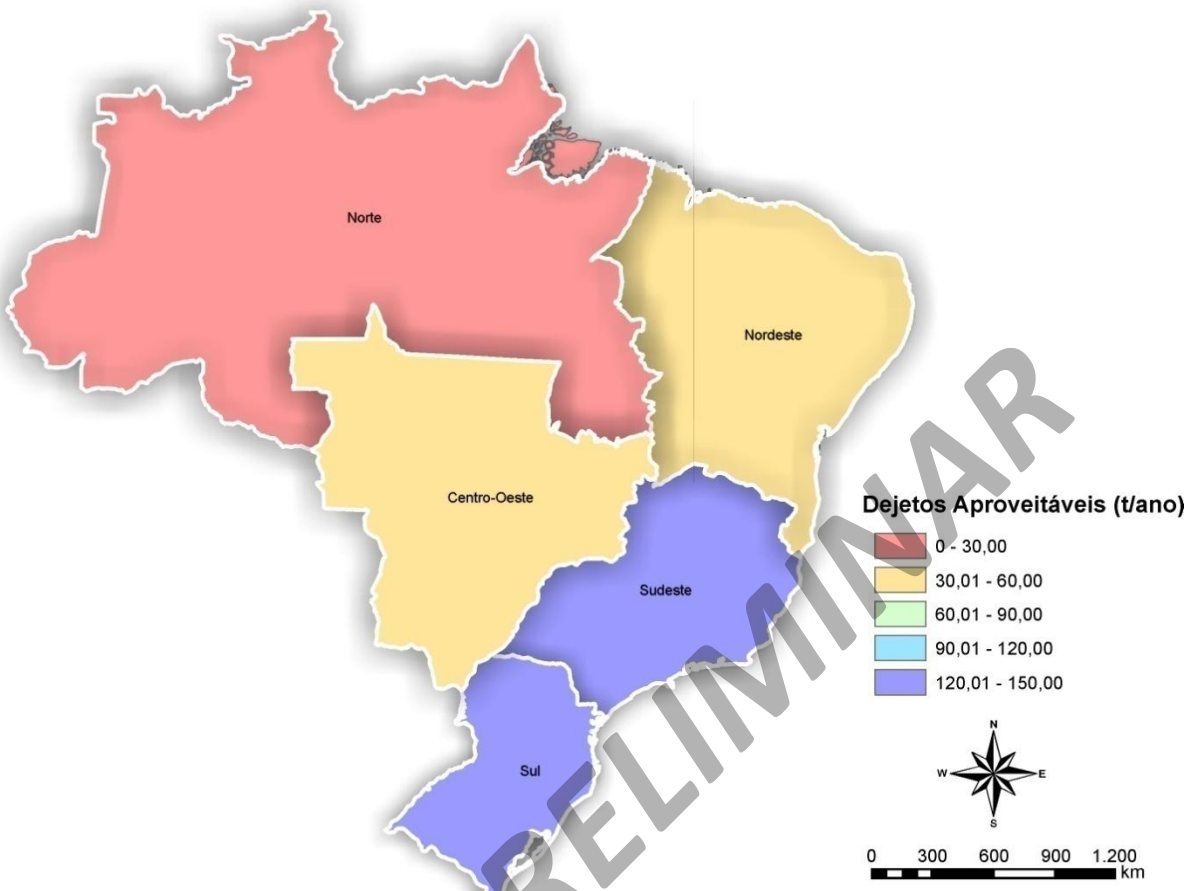


Figura 26 - Quantidade de dejetos aproveitáveis para biodigestão por km^2 por região gerados no ano de 2009.

Conforme nos dados apresentados na Figura 26, a região que mais gera dejetos com potencial de aproveitamento através da biodigestão é a região Sul, com uma geração de 134 t/ano/km², seguida da região Sudeste com uma geração de 128,7 t/ano/km². As regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste apresentaram dados bem inferiores, se comparados aos dados das regiões Sul e Sudeste.

VERSÃO PRELIMINAR

2.2.1.5 Considerações acerca dos resultados

As maiores quantidades de resíduos gerados por kg de peso vivo (PV), com base nos dados da ASAE (2003), são resultantes das criações de gado de leite (0,086 kg/kg PV), frango de corte (0,085kg/kg PV) e suínos (0,084kg/kg PV).

A problemática que envolve as criações de suínos é decorrente das características do dejeto, que por ser líquido e possuir alta taxa orgânica (0,0031kg DBO/kg PV) segundo ASAE (2003) demandam amplos sistemas de armazenamento e

tratamento, com períodos prolongados de detenção. Além disso, em decorrência do alto custo para serem transportados, frequentemente são aplicados em áreas próximas e que apresentam solos já saturados. A Região Sul, em especial o estado de Santa Catarina, é a região que necessita de uma especial atenção em relação a esta questão.

O rebanho que mais contribui com a geração de dejetos em todas as regiões é o de gado de corte (bois e vacas), porém são necessários dados referentes ao sistema de criação (extensivo ou confinado) para se definir o grau de impacto deste rebanho. No caso de criação extensiva o potencial poluidor é reduzido, em decorrência dos dejetos serem distribuídos em uma extensão relativamente grande de terra e diretamente incorporados ao solo, onde são produzidas pastagens utilizadas na alimentação do próprio rebanho. Deve-se levar em conta, no entanto, que o número de animais não ultrapasse a capacidade do solo.

O segundo maior gerador de dejetos em todas as regiões é o rebanho leiteiro, que possui um maior destaque na região Sudeste, em especial o Estado de Minas Gerais.

Em relação ao rebanho de galinhas (aves de postura), apesar de ser responsável pela segunda menor porção de dejetos gerados no Brasil, é importante gerenciá-lo adequadamente, devido ao seu alto potencial orgânico (0,0033kg DBO/kg PV) segundo ASAE (2003) semelhante ao dos suínos.

Quanto aos dejetos das aves de corte, este possui uma grande representatividade nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Os resíduos gerados na atividade de avicultura apresentam menor periculosidade se comparados aos resíduos gerados na atividade de suinocultura, porém a problemática relacionada a estes envolve a quantidade de resíduos gerados e a distribuição das criações, que muitas vezes ocorre concentrado em alguns pontos, criando os chamados *cluster*[1].

Com base apenas no total de dejetos gerados por região, que são apresentados na Tabela 47, destaca-se a Região Centro-Oeste com uma produção estimada em 559 milhões t/ano; Região Norte com uma produção estimada em 338 milhões t/ano e Região Sudeste com uma produção estimada em 342 milhões t/ano. Ao agregar a informação referente à extensão territorial, verifica-se que as maiores concentrações de dejetos são encontradas na região Sul com 441,7 t/ano/km², na região Sudeste com

[1] Agrupamento geograficamente concentrado de empresas inter-relacionadas e instituições correlatas em uma determinada área, vinculados por elementos comuns e complementares.

VERSÃO PRELIMINAR

370,1 t/ano/km² e região Centro-Oeste 347,9 t/ano/km². Desconsiderando a quantidade de dejetos gerados pela criação de gado de corte, por ter sido definido que este é criado de maneira extensiva e assim inviabiliza o aproveitamento deste resíduo, o cenário modificou-se reduzindo expressivamente a quantidade de dejeto aproveitável gerado na região Centro-Oeste. Neste novo cenário verifica-se que a maior quantidade de dejetos gerados em sistemas confinados de criação animal ocorre nas regiões Sul e Sudeste, respectivamente gerando 134 t/ano/km², e 128,7 t/ano/km².

2.2.2 GERAÇÃO DE RESÍDUOS (SÓLIDOS E LÍQUIDOS) NAS INDÚSTRIAS PRIMÁRIAS LIGADAS AO SETOR PECUÁRIO DO BRASIL

2.2.2.1 Introdução

Os dados apresentados no item referente ao rebanho brasileiro mostram a grande a representatividade do setor pecuário no Brasil. Em conseqüência, uma rede de indústrias primárias é necessária para fazer o abate, processamento e embalagem da carne e do leite. Entre as principais indústrias primárias associadas a esse setor estão os abatedouros, graxarias e laticínios.

Abatedouros ou matadouros, segundo Fernandes & Lopes (2008), realizam o abate dos animais, produzindo carcaças (carne com ossos) e vísceras comestíveis. Algumas unidades também fazem a desossa das carcaças e produzem os chamados "cortes de açougue", porém não industrializam a carne. Os principais processos que ocorrem em matadouro-frigorífico são: recepção dos animais em currais, condução e lavagem desses, atordoamento e sangria, esfola e remoção da cabeça, evisceração, corte e limpeza da carcaça e refrigeração (PACHECO & YAMANAKA, 2006).

Os despejos dos estabelecimentos de processamento de carnes contem basicamente sangue, gorduras, excrementos, substâncias estomacais dos animais, resíduos derivados da fabricação de embutidos e da lavagem de pisos, equipamentos e utensílios. O sangue tem a DQO mais alta de todos os efluentes líquidos gerados no processamento de carnes. Sangue líquido bruto tem uma DQO em torno de 400g/L,

VERSÃO PRELIMINAR

uma DBO_5 de aproximadamente 200g/L e uma concentração de nitrogênio de cerca de 30g/L (FERNANDES & LOPES, 2008).

Conforme o "*Guía de proteccíon ambiental: material auxiliar para la identificación y eveluación de impactos ambientales*" (ALEMANHA, 1999), existem possibilidades de aproveitamento dos resíduos de abatedouros os quais são apresentadas na Tabela 48.

Tabela 48 - Possibilidades de aproveitamento dos resíduos.

Subproduto ou resíduo	Indústria complementar	Produto	Aplicação
Sangue	Preparação de sangue	Plasma	Indústria alimentícia
Sangue	Aproveitamento de gado abatido	Farinha de sangue	Alimento para animais
Pelo/Crina	Preparação de pelos	Pincéis	Gerais
Esterco/Resíduos de estômago e intestino	-	Composto/biogás	Fertilizantes, energia
Couro/pele	Curtumes/Indústria do couro	Couro	Artigos de couro
Ossos (não apto)	Fusão de graxa	Graxa/farinha de osso	Indústria de sabão, alimento para animais
Ossos (aptos)	Fusão de graxa	Gelatina de graxa	Indústria alimentícia
Sebo	Fusão de graxa	Graxa alimentícia	Indústria alimentícia

Fonte: Adaptado de Alemanha (1996).

Conforme definição de Fernandes & Lopes (2008), as graxarias processam subprodutos e/ou resíduos dos abatedouros ou frigoríficos e de casas de comercialização de carnes (açougues), como sangue, ossos, cascos, chifres, gorduras, aparas de carne, animais ou suas partes condenadas pela inspeção sanitária e vísceras não-comestíveis

As graxarias são unidades de processamento normalmente anexas aos matadouros, frigoríficos ou unidades de industrialização de carnes, mas também podem ser autônomas. Elas utilizam resíduos das operações de abate e de limpeza das carcaças e das vísceras, partes dos animais não comestíveis e aquelas condenadas pela inspeção sanitária, ossos e aparas de gordura e carne da desossa e resíduos de processamento da carne, para produção de farinhas ricas em proteínas, gorduras e minerais (usadas em rações animais e em adubos) e de gorduras ou sebos (usados em sabões, sabonetes e em outros produtos derivados de gorduras). Há graxarias que também produzem sebo e/ou o chamado adubo organo-mineral somente a partir dos ossos, normalmente recolhidos em açougues (PACHECO & YAMANAKA, 2006).

VERSÃO PRELIMINAR

Os principais mercados atendidos pelas graxarias conforme Pacheco (2006), por meio do sebo industrial e das farinhas, são:

• rações animais, principalmente para aves (farinhas de carne, de ossos e de sangue e sebo);

• farmacêutico, cosméticos, glicerina e outras aplicações industriais (sebo ou gordura animal).

Dentre os resíduos gerados em graxarias, a maior parte é de efluentes, eventuais perdas residuais são normalmente reincorporadas no processo (reuso interno). Os efluentes das graxarias são gerados durante as operações de lavagem de caminhões/veículos, de pisos e equipamentos, de eventuais derramamentos durante a descarga de digestores, de lançamento das águas dos condensadores, de separação da fase aquosa do sebo (decantação do sebo), de drenagem de soluções aquosas de lavadores de gases e de drenagem de águas pluviais de pátios abertos onde haja estocagem de matérias-primas. Os despejos de graxarias possuem altos valores de DBO_5 (demanda bioquímica de oxigênio) e DQO (demanda química de oxigênio), parâmetros utilizados para quantificar carga poluidora orgânica nos efluentes, sólidos em suspensão, graxas e material flotável. Fragmentos de carne, de gorduras, de vísceras e de tecidos orgânicos diversos normalmente podem ser encontrados nos efluentes (PACHECO, 2006).

Na indústria de laticínios ocorre o processamento do leite e derivados, sendo que as operações e atividades variam em função dos produtos a serem obtidos. São considerados como laticínios o leite pasteurizado, leite desnatado, queijos, cremes de leite, manteiga, leite condensado, doce de leite, iogurte, bebidas fermentadas e sorvetes. De forma genérica, Maganha (2008) apresenta como etapas da indústria de produtos lácteos: a recepção do leite e ingredientes, processamento, tratamento térmico, elaboração de produtos, envase e embalagem, armazenamento e expedição.

Na indústria de laticínios as operações de limpeza de silos, tanques, pasteurizadores, homogeneizadores, tubulações, etc. geram um grande volume de efluente com uma elevada carga orgânica. Esta carga orgânica é constituída basicamente de leite (tanto matéria-prima quanto seus derivados), refletindo em um efluente com elevada Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), óleos e graxas, nitrogênio, fósforo, etc. Além disso, o sistema de limpeza automática - CIP (Cleaning In Place) descarta águas de enxágue com pH que

VERSÃO PRELIMINAR

varia de 1,0 a 13,0, agravando a problemática do tratamento (BRIÃO, 2000). A DBO total está relacionada diretamente a perdas de leite (90% – 94% da DBO do efluente), e em alguns casos essas perdas podem chegar a 2% do volume total processado na indústria (WASTEWATER, 1999 apud. BRIÃO, 2000).

Segundo Brião (2000), o volume de efluente gerado pelas usinas de beneficiamento de leite varia de acordo com cada processo e produto produzido.

2.2.2.2 Escopo e limitações do estudo

Neste capítulo são apresentados os dados referentes à geração de dejetos nas indústrias primárias ligadas ao setor pecuário (abatedouros, graxarias e laticínios). Os dados da quantidade de animais abatidos e produção de leite foram obtidos junto ao IBGE para o país e para as cinco regiões geográficas: Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste.

Não foram consideradas para este relatório as agroindústrias de curtimento do couro (curtume), laticínios que fazem o processamento de produtos derivados do leite e de embalagem de ovos, pelas seguintes questões:

1) para o curtimento do couro são utilizados diversos produtos químicos, entre eles o cromo. Os resíduos gerados por esta indústria são classificados segundo a NBR 10.004/04 (ABNT, 2004) em resíduos Classe I – perigosos, demandando desta forma um tratamento e destino especial, já especificado na legislação, não sendo possível utilizá-los na produção de bioenergia;
2) o processamento do leite para outros produtos, não foi abordado por não se possuir dados das quantidades de cada produto. Outra questão refere-se ao soro produzido na produção do queijo. Porém em função de seu valor nutricional, entende-se que o mesmo não é descartado e sim utilizado na produção de lactose e alimentação de animais;
3) quanto à indústria de embalagens de ovos, como não é realizado nenhum processamento, os resíduos gerados são poucos e em sua maioria com potencial de reciclabilidade ou utilização na alimentação animal

VERSÃO PRELIMINAR

2.2.2.3 Metodologia

Os dados referentes à quantidade de animais abatidos no Brasil e nas cinco grandes regiões foram obtidos junto ao IBGE – dados da Pesquisa Trimestral de Abate de Animais, Produção de Leite, Couro e Ovos, no ano de 2009 (IBGE, 2009a). A produção de leite foi obtida junto ao IBGE – dados da Pesquisa Trimestral do Leite, no ano de 2009 (IBGE, 2009b).

Na Tabela 49, são apresentados os dados da quantidade de suínos e aves no ano de 2009, no Brasil e nas cinco regiões. O peso vivo (PV) dos suínos abatidos foi obtido com base no número de cabeças multiplicado pelo peso médio final dos animais, ou seja, no momento do abate 90 kg (AMARAL et al., 2006).

Tabela 49 - Quantidade de aves e suínos abatidos e peso vivo (PV) dos suínos no ano de 2009, para o Brasil e regiões.

	Aves	Suínos	
	Animais abatidos (cabeças/ano)[1]	**Animais abatidos (cabeças/ano)[1]**	**PV dos animais abatidos (kg)[2]**
Brasil	4.773.641.106	30.932.830	2.783.954.700
Norte	63.152.379	18.191	1.637.190
Nordeste	138.893.310	446.723	40.205.070
Sudeste	1.078.052.775	5.357.734	482.196.060
Sul	2.870.783.529	20.815.244	1.873.371.960
Centro-Oeste	622.759.113	4.294.938	386.544.420

1 - Dados da Pesquisa Trimestral de Abate de Animais, Produção de Leite, Couro e Ovos (2009b); 2 - PV dos suínos abatidos = nº de animais abatidos * 90 kg (AMARAL et al., 2006).

Na Tabela 50 são apresentados os dados da quantidade de bovinos de corte abatidos em cada fase de criação (bois e vacas, novilhos e novilhas, vitelos e vitelas) e a quantidade de leite produzida no ano de 2009. O PV dos animais abatidos foi obtido com base no número de cabeças multiplicado pelo peso médio final dos animais, ou seja, no momento do abate, sendo 450 kg para bois e vacas, 300 kg para novilhos e novilhas e 165 kg para vitelos e vitelas (ALVES & LIZIEIRE, 2001).

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 50 - Quantidade de bovinos abatidos e produção de leite no ano de 2009.

	BOVINOS DE CORTE						BOVINOS DE LEITE
	Bois e Vacas		**Novilhos e Novilhas**		**Vitelos e vitelas**		
	Quantidade - nº de cabeças[1]	PV dos animais abatidos (kg)[2]	Quantidade - nº de cabeças[1]	PV dos animais abatidos (kg)[2]	Quantidade - nº de cabeças[1]	PV dos animais abatidos(kg)[2]	Quantidade de Leite produzida (mil L)[1]
Brasil	24.129.345	10.858.205.250	3.926.183	1.177.854.900	7.160	1.181.400	19.497.875
Norte	5.299.261	2.384.667.450	23.171	6.951.300	0	0	1.343.845
Nordeste	2.367.883	1.065.547.350	485.960	145.788.000	0	0	1.056.930
Sudeste	5.509.477	2.479.264.650	888.694	266.608.200	5.107	842.655	7.839.498
Sul	2.317.255	1.042.764.750	448.181	134.454.300	0	0	6.093.804
Centro-oeste	8.635.469	3.885.961.050	1.014.207	304.262.100	0	0	3.163.798

1 - Dados da Pesquisa Trimestral de Abate de Animais, Produção de Leite, Couro e Ovos (2009b); 2 – Bois e Vacas = nº de cabeças * 450kg; Novilhos e Novilhas = nº de cabeças * 300kg; Vitelos e Vitelas = nº de cabeças * 165kg.

A quantidade de animais abatidos (cabeças) e produção de leite (litros) por região, no ano de 2009 estão apresentadas na Figura 38.

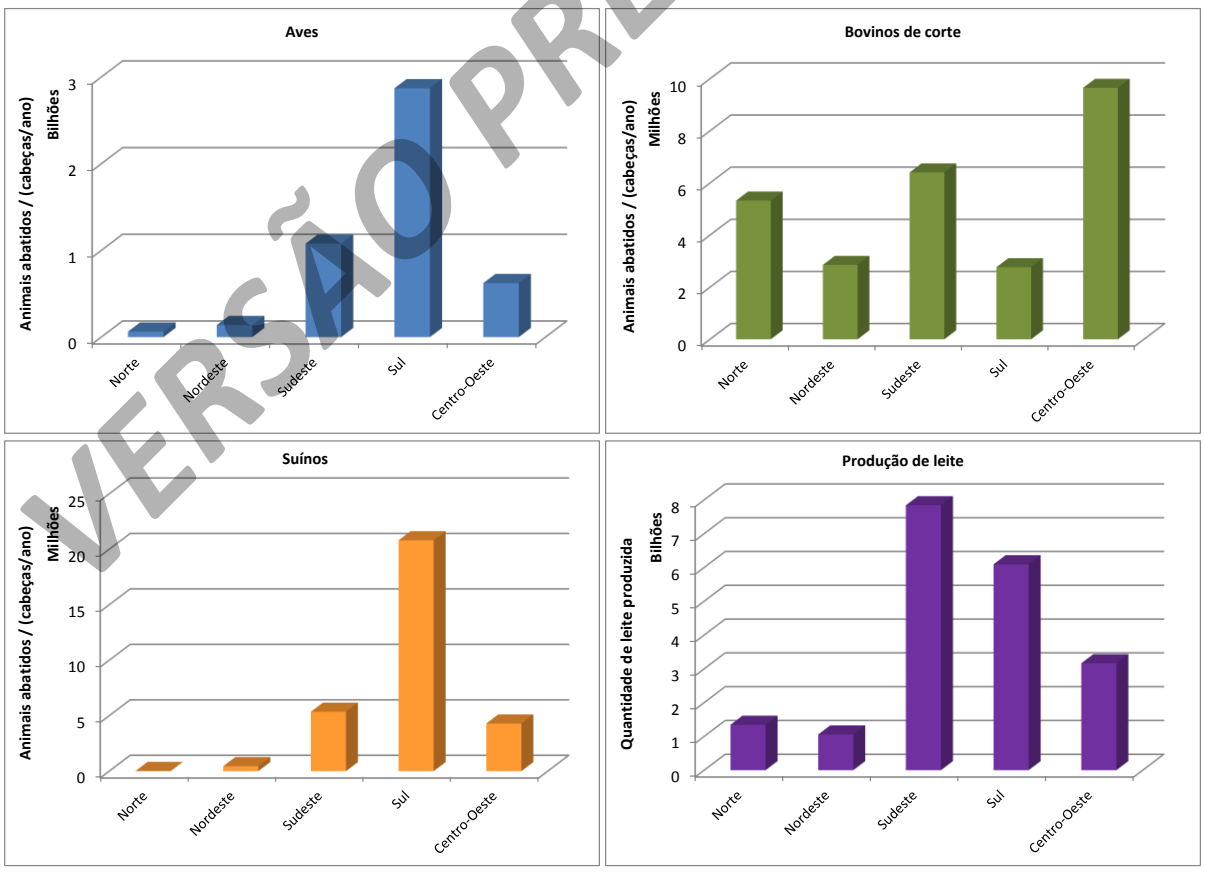


Figura 38 - Quantidade de animais abatidos e produção de leite no ano de 2009 por região.

VERSÃO PRELIMINAR

2.2.2.3.1 Abatedouros de aves

Da pesquisa bibliográfica realizada referente aos abatedouros de aves, o trabalho que apresentou uma listagem mais completa dos resíduos gerados nestas indústrias foi de autoria de Padilha et al. (2005).

Nas Tabela 51 e Tabela 52, são apresentados os resultados obtidos no estudo citado, para uma unidade industrial com capacidade de abate médio de 165.000 aves/dia.

Tabela 51 - Quantidades de resíduos sólidos gerados na produção diária de um abatedouro de frangos.

Tipo	Quantidades (kg)
Penas	18.500
Vísceras cruas	26.000
Cabeças	7.000
Pés	1.500
Peles	1.500
Gorduras	300
Ossos	6.000
Resíduos de cama de aviário	1.000
Restos de Carcaças (resíduos)	18.200

Fonte: Adaptado de Padilha et al. (2005).

Tabela 52 - Quantidades de resíduos líquidos gerados na produção diária de um abatedouro de frangos.

Tipo	Quantidades (lts/kg/m^3) – diário
Sangue	14.000
Borra do Flotador	9.000
Efluentes líquido	2.400

Fonte: Adaptado de Padilha et al. (2005).

Utilizando-se como base os valores das Tabela 51 e Tabela 52, bem como a capacidade de abate/dia do referido abatedouro, determinou-se um índice de geração média de resíduo por cada U.A. O índice obtido está apresentado na Tabela 53.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 53 - Quantidade de resíduos gerados em abatedouro de aves (kg ou L. ou m³ /U.A.).

Tipo	Quantidade (kg/U.A)
Penas	0,112
Vísceras cruas	0,158
Cabeças	0,042
Pés	0,009
Peles	0,009
Gorduras	0,002
Ossos	0,036
Resíduos de cama de aviário	0,006
Restos de Carcaças (resíduos)	0,110
Sangue	0,085 (L/U.A.)
Borra do flotador	0,055
Efluente líquido	0,015 (m³/U.A.)

Fonte: Calculado com base nos valores apresentados por Padilha et al. (2005).

Os índices apresentados na Tabela 53, foram aplicados ao número de aves abatidas no ano de 2009, obtendo assim uma estimativa da quantidade de resíduos sólidos, semi-sólidos e líquidos gerados para o Brasil e para as cinco regiões.

2.2.2.3.2 Abatedouros de bovinos e suínos

A estimativa de geração de resíduos em abatedouros de bovinos e suínos foi calculada com base nos dados publicados por CETESB (1993); UNEP; DEPA; COWI (2000) *apud* Pacheco & Yamanaka (2006). Os dados utilizados estão apresentados na Tabela 54.

Tabela 54 - Geração de resíduos em abatedouros de bovinos e suínos.

Resíduos (origem)	Quantidade (kg/cabeça, bovino de 250kg de peso vivo)	Quantidade (kg/cabeça, suíno de 90kg de peso vivo)
Esterco (currais/pocilga)	4,5	1,6
Pelos/partículas de couro (depilação)	-	1,0/1,0
Material não comestível para graxaria (ossos, gordura, cabeça, partes condenadas, etc. – abate)	95	18
Conteúdo estomacal e intestinal (bucharia e triparia)	20 - 25	2,7
Sangue (abate)	15 – 20 litros	3,0 litros

Fonte: CETESB (1993); UNEP; DEPA; COWI (2000) apud. Pacheco & Yamanaka (2006).

VERSÃO PRELIMINAR

Os dados da Tabela 54 foram multiplicados ao PV dos animais abatidos (Tabela 49), estimando-se assim a quantidade de resíduos gerados nos abatedouros de bovinos e suínos.

Durante o processo de abate além de resíduos oriundos do animal, outros resíduos líquidos – denominados efluentes líquidos – são gerados decorrentes da água utilizada para lavagem dos animais, das instalações, equipamentos e resfriamento de compressores. A estimativa da quantidade de efluentes gerados foi calculada com base nos dados publicados por Dias (1999) e apresentados na Tabela 55.

Tabela 55 - Consumo de água para o abate de suínos e bovinos.

	Consumo (L/animal)
Bovinos	600 a 800
Suínos	300 a 500

Fonte: DIAS (1999).

VERSÃO PRELIMINAR

2.2.2.3.3 Graxarias

A estimativa da geração de efluentes gerados em graxarias foi calculada com base na quantidade de água consumida. A quantidade de água consumida em graxarias é apresentada na Tabela 56.

Tabela 56 - Consumo de águas em graxarias.

Uso da água	Consumo (litros/t material processado)
Caldeira	150 - 200
Condensador do cozimento ou da digestão	200 - 500
Limpeza	200 - 300
Total	**550 – 1.000**

Fonte: UNEP; DEPA; COWI, 2000 apud. PACHECO, 2006.

A quantidade de sangue gerada nos abatedouros (em L) foi convertida em kg, considerando como valor da densidade o mesmo que a do sangue humano que é de 1,056kg/L.

2.2.2.3.4 Laticínios

A geração de efluentes gerados em laticínios foi calculada com base na quantidade de água consumida no processamento do leite que segundo Fernandes & Lopes (2008) é em média de 1,0 e 6,0 litros/kg de leite recebido. Utilizou-se como referência a densidade média do leite é de 1,032g/ml (BRITO et al., s.d.).

2.2.2.4 Resultados

Os resultados são apresentados por tipo de indústria, para o Brasil e por região.

2.2.2.4.1 Abatedouro de aves

Na Tabela 57 são apresentados os dados estimados de resíduos gerados nos abatedouros de aves do Brasil e por região.

Tabela 57 - Estimativa dos resíduos gerados nos abatedouros de aves do Brasil e nas regiões.

		Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-oeste
	Animais abatidos (cabeça) - 2009	4.773.641.106	63.152.379	138.893.310	1.078.052.775	2.870.783.529	622.759.113
Quantidade gerada	Penas (kg)	535.226.427	7.080.721	15.572.886	120.872.584	321.875.729	69.824.507
	Vísceras cruas (kg)	752.210.114	9.951.284	21.886.219	169.874.983	452.365.889	98.131.739
	Cabeças (kg)	202.518.108	2.679.192	5.892.443	45.735.572	121.790.816	26.420.084
	Pés (kg)	43.396.737	574.113	1.262.666	9.800.480	26.098.032	5.661.446
	Peles (kg)	43.396.737	574.113	1.262.666	9.800.480	26.098.032	5.661.446
	Gorduras (kg)	8.679.347	114.823	252.533	1.960.096	5.219.606	1.132.289
	Ossos (kg)	173.586.949	2.296.450	5.050.666	39.201.919	104.392.128	22.645.786
	Restos de Carcaças (resíduos) (kg)	526.547.080	6.965.899	15.320.353	118.912.488	316.656.123	68.692.217
	Sangue (L)	405.036.215	5.358.384	11.784.887	91.471.145	243.581.633	52.840.167
	Resíduos de cama de aviário (kg)	28.931.158	382.742	841.778	6.533.653	17.398.688	3.774.298
	Borra do flotador (kg)	260.380.424	3.444.675	7.575.999	58.802.879	156.588.192	33.968.679
	Efluente líquido (m^3)	69.434.780	918.580	2.020.266	15.680.768	41.756.851	9.058.314
	Total kg	**2. 574.873.081**	**34.064.010**	**74.918.210**	**581.495.133**	**1.548.483.237**	**335.912.491**
	Total L	**405.036.215**	**5.358.384**	**11.784.887**	**91.471.145**	**243.581.633**	**52.840.167**
	Total m^3	**69.434.780**	**918.580**	**2.020.266**	**15.680.768**	**41.756.851**	**9.058.314**

Fonte: Os valores foram obtidos com base na quantidade de aves abatidas no ano de 2009.

Com base na Tabela 57, observa-se que as maiores quantidades de resíduos produzidos na atividade de abate de aves, são gerados na região Sul, seguido pelas

VERSÃO PRELIMINAR

regiões Sudeste e Centro-Oeste. Estas regiões também são as regiões com os maiores rebanhos, como apontado no item que trata sobre as criações de aves de corte.

Segundo Padilha et al. (2005), aos resíduos gerados em abatedouros de aves são dados os seguintes usos:

a) sangue e penas: fábrica de sub-produtos através do processo de cozimento;

b) vísceras, cabeças, pés, peles, gorduras, ossos e carcaças desclassificadas: fábrica de sub-produtos, ou dependendo da maneira do processo de fabricação de *petfood* (matéria-prima é um sub-produto proveniente de um processo secundário obtido no curso de fabricação de um produto principal), pode ser processado cru ou cozido;

c) resíduos de camas de aviários: adubação, compostagem ou até mesmo cozimento;

d) borra de flotador: aproveitamento na produção de matéria prima para rações, compostagem ou tratamento através de biodigestor.

Segundo Bellaver (2010) a utilização de borra de lodo de flotador frigorífico envolve tempos de retenção em sistemas de tratamentos, temperaturas altas e hidrólises, produzindo materiais muito peroxidados, com valores inaceitáveis para as boas práticas de alimentação animal. Com raras exceções, não há o que fazer com a borra de lodo para uso na alimentação animal. Diluições da mesma e a indicação do uso de antioxidante nos sistemas de tratamento de efluentes são totalmente descabidas e não recomendáveis, pois não atacam a causa da peroxidação que são os erros nos processos produtivos de farinha. Segundo o mesmo autor, o uso mais aconselhável é a compostagem.

A farinha de penas, atualmente, é usada na produção da própria ração animal, podendo ainda ser exportada. A farinha de vísceras em função das exigências de clientes do Mercado Comum Europeu e Arábia Saudita, não pode ser misturada à ração do frango. No Brasil e no Mercosul já existe mercado consumidor para farinhas de vísceras, sendo usadas na produção de produtos *petfood* para ração animal (cães e gatos) (PADILHA et al.,2005).

Com base nos dados da Tabela 57, identifica-se assim que o total de resíduos gerados em abatedouros de aves que possuem potencial de serem utilizados na produção de biogás e posterior conversão em energia são os resíduos da cama de aviário, borra do flotador e efluente líquido.

VERSÃO PRELIMINAR

2.2.2.4.2 Abatedouros de bovinos

Na Tabela 58 são apresentados os dados estimados de resíduos gerados nos abatedouros de bovinos do Brasil e região.

Tabela 58 - Estimativa dos resíduos gerados nos abatedouros de bovinos do Brasil e nas regiões.

		Quantidade gerada				Água consumida (mil.L) – Abate[3]
	Peso total dos bovinos abatidos (2009)[1]	**Esterco (kg)[2]**	**Material não comestível para graxaria (kg)[2]**	**Conteúdo estomacal e intestinal (kg)[2]**	**Sangue (L)[2]**	
BRASIL	12.037.241.550	216.670.348	4.574.151.789	962.979.324 a 1.203.724.155	722.234.493 a 962.979.324	16.837.613 a 22.450.150
Norte	2.391.618.750	43.049.138	908.815.125	191.329.500 a 239.161.875	143.497.125 a 191.329.500	3.253.852 a 4.338.470
Nordeste	1.211.335.350	21.804.036	460.307.433	96.906.828 a 121.133.535	72.680.121 a 96.906.828	1.870.573 a 2.463.431
Sudeste	2.746.715.505	49.440.879	1.043.751.892	219.737.240 a 274.671.551	164.802.930 a 219.737.240	3.910.622 a 5.214.163
Sul	1.177.219.050	21.189.943	447.343.239	94.177.524 a 117.721.905	70.633.143 a 94.177.524	1.875.456 a 2.500.608
Centro-oeste	4.190.223.150	75.424.017	1.592.284.797	335.217.852 a 419.022.315	251.413.389 a 335.217.852	5.950.109 a 7.933.478

1 – Soma do PV dos bovinos de corte (bois/vacas, novilhos/novilhas e vitelos/vitelas). 2 – Calculado com base nos dados de CETESB (1993); UNEP; DEPA; COWI (2000) apud. Pacheco & Yamanaka (2006). 3 DIAS (1999).

Dos resíduos gerados nos abatedouros de bovinos, considerou-se como materiais com potencial a serem processados em graxarias os denominados como material não comestível para graxaria e sangue. Dentre os resíduos gerados com potencial para produção de biogás incluem-se o esterco (kg) e efluentes (água consumida/L), com potencial de produção de biogás.

2.2.2.4.3 Abatedouros de suínos

Na Tabela 59 são apresentados os dados estimados de resíduos gerados nos abatedouros de suínos do Brasil e região.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 59 - Estimativa dos resíduos gerados nos abatedouros de suínos do Brasil e nas regiões no ano de 2009.

	Total dos suínos abatidos (cabeças)	Quantidade gerada						Consumo de água no abate (mil .L)
		Esterco (kg)	**Pelos (kg)**	**Partículas de couro (kg)**	**Material não comestível para graxaria (kg)**	**Conteúdo estomacal e intestinal (kg)**	**Sangue (L)**	
Brasil	30.932.830	49.492.528	30.932.830	30.932.830	556.790.940	83.518.641	92.798.490	9.279.849 a 15.466.415
Norte	18.191	29.106	18.191	18.191	327.438	49.116	54.573	5.457 a 9.096
Nordeste	446.723	714.757	446.723	446.723	8.041.014	1.206.152	1.340.169	134.017 a 223.362
Sudeste	5.357.734	8.572.374	5.357.734	5.357.734	96.439.212	14.465.882	16.073.202	1.607.320 a 2.678.867
Sul	20.815.244	33.304.390	20.815.244	20.815.244	374.674.392	56.201.159	62.445.732	6.244.573 a 10.407.622
Centro-oeste	4.294.938	6.871.901	4.294.938	4.294.938	77.308.884	11.596.333	12.884.814	1.288.481 a 2.147.469

VERSÃO PRELIMINAR

Nos abatedouros de suínos, como nos abatedouros de bovinos, considerou-se como materiais com potencial de processamento em graxarias, os denominados de material não comestível para graxaria e sangue. Com potencial de produção de biogás citam-se os resíduos do tipo esterco (kg) e conteúdo estomacal e intestinal (kg) e os efluentes estimados pelo consumo de água no abate (L).

2.2.2.4.4 Graxarias

Considerou-se como quantidade de material com potencial de ser processado em graxarias os resíduos gerados nos abatedouros de aves como penas, vísceras cruas, cabeças, pés, peles, gorduras, ossos, restos de carcaças e sangue. Como resíduos dos abatedouros de suínos e bovinos o material não comestível para graxaria e sangue. O total destes resíduos está apresentado na Tabela 60.

Tabela 60 - Total de resíduos gerados nos abatedouros com potencial de serem processados em graxarias.

	Abatedouro de aves		Abatedouros de bovinos		Abatedouros de suínos		Total de resíduos (kg)
	Material para graxaria (kg)	**Sangue (kg)**	**Material para graxaria (kg)**	**Sangue (média kg)**	**Material para graxaria (kg)**	**Sangue (kg)**	
Brasil	2.285.561.499	427.718.243	4.574.151.789	889.792.895	556.790.940	97.995.205	8.832.010.572
Norte	30.236.595	5.658.454	908.815.125	176.788.458	327.438	57.629	1.121.883.699
Nordeste	66.500.432	12.444.841	460.307.433	89.541.909	8.041.014	1.415.218	638.250.847
Sudeste	516.158.602	96.593.529	1.043.751.892	203.037.210	96.439.212	16.973.301	1.972.953.746
Sul	1.374.496.355	257.222.204	447.343.239	87.020.032	374.674.392	65.942.693	2.606.698.916
Centro-oeste	298.169.514	55.799.216	1.592.284.797	309.741.295	77.308.884	13.606.364	2.346.910.070

Considerando o total de resíduos com potencial de processamento em graxarias e a quantidade de água consumida (caldeira, condensador do cozimento ou da digestão e limpeza) por tonelada de material processado estimou-se a geração de efluentes nas indústrias destas categorias. O consumo mínimo e máximo de água estão apresentados na Tabela 61.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 61 - Consumo mínimo e máximo de água em graxarias.

	Total de resíduos para graxarias (t)	Consumo mínimo de água[1] (L)	Consumo máximo de água[1] (L)
Brasil	8.832.011	4.857.605.815	8.832.010.572
Norte	1.121.884	617.036.034	1.121.883.699
Nordeste	638.251	351.037.966	638.250.847
Sudeste	1.972.954	1.085.124.560	1.972.953.746
Sul	2.606.699	1.433.684.404	2.606.698.916
Centro-oeste	2.346.910	1.290.800.539	2.346.910.070

Fonte: UNEP; DEPA; COWI, 2000 apud. PACHECO, 2006. Consumo mínimo 550L/kg de material processado e 1.000L/kg de material processado.

2.2.2.4.5 Laticínios

Na Tabela 62 são apresentados os dados estimados dos efluentes gerados nos abatedouros de bovinos do Brasil e região.

Tabela 62 - Estimativa da quantidade de efluentes gerados em laticínios no Brasil e nas regiões no ano de 2009.

	Total de leite produzido (mil litros)[1]	Total de leite produzido (mil kg)[2]	Efluentes gerados (mil litros)[3]
Brasil	19.497.875	20.121.807	20.121.807 a 120.730.842
Norte	1.343.845	1.386.848	1.386.848 a 8.321.088
Nordeste	1.056.930	1.090.752	1.090.752 a 6.544.511
Sudeste	7.839.498	8.090.362	8.090.362 a 48.542.172
Sul	6.093.804	6.288.806	6.288.806 a 37.732.834
Centro-Oeste	3.163.798	3.265.040	3.265.040 a 19.590.237

1 – Dados do IBGE Pesquisa Trimestral do Leite (2009c); 2 – Calculado com base na densidade média de 1,032 g/L (BRITO et al. s.d); 3– Calculado com base em Maganha (2008) – 1,0 e 6,0 litros/kg de leite recebido.

Em laticínios onde ocorre o processamento de leite dos tipos UHT (Ultra Alta Temperatura), leite esterilizado, leite homogeneizado e pasteurizado, são geradas quantidades significativas de efluentes líquidos decorrentes da lavagem de equipamentos, materiais e vazamentos.

VERSÃO PRELIMINAR

2.2.2.4.6 Total de Resíduos Sólidos e efluentes gerados no Brasil

Os totais estimados de resíduos sólidos gerados nos abatedouros do Brasil e por região, no ano de 2009, foram somados e estão apresentados na Tabela 63. Nesta tabela constam os resíduos que não possuem potencial de utilização em graxarias e com potencial de geração de biogás.

Tabela 63 - Total de resíduos sólidos gerados no Brasil e regiões pelas indústrias primárias ligadas ao setor pecuário no ano de 2009, potencialmente aproveitáveis para geração de energia.

	Abatedouros de aves		Abatedouros de suínos		Abatedouro de bovinos		Total de resíduos sólidos (kg)
	Resíduos de cama de aviário (kg)	**Borra do flotador (kg)**	**Esterco (kg)**	**Conteúdo estomacal e intestinal (Média - kg)**	**Esterco (kg)**	**Conteúdo estomacal e intestinal (Média - kg)**	
Brasil	28.931.158	260.380.424	49.492.528	83.518.641	216.670.348	1.083.351.740	1.722.344.838
Norte	382.742	3.444.675	29.106	49.116	43.049.138	215.245.688	262.200.463
Nordeste	841.778	7.575.999	714.757	1.206.152	21.804.036	109.020.182	141.162.904
Sudeste	6.533.653	58.802.879	8.572.374	14.465.882	49.440.879	247.204.395	385.020.063
Sul	17.398.688	156.588.192	33.304.390	56.201.159	21.189.943	105.949.715	390.632.087
Centro-Oeste	3.774.298	33.968.679	6.871.901	11.596.333	75.424.017	377.120.084	508.755.311

A região Centro-Oeste foi a que apresentou maior geração de resíduos, seguida pelas regiões Sul e Sudeste. Na região Centro-Oeste a maior representatividade é decorrente da quantidade de bovinos criados e abatidos na região. Os dados da Tabela 63 foram calculados em percentuais e estão apresentados na Figura 39.

VERSÃO PRELIMINAR

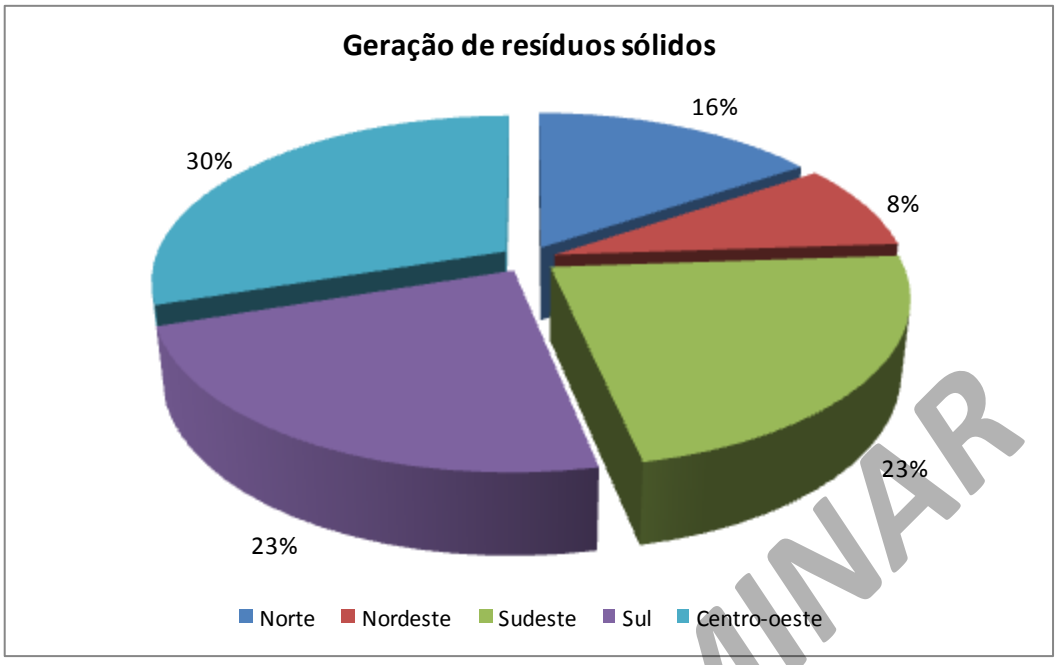


Figura 39 - Percentual da geração de resíduos sólidos gerados em abatedouros nas cinco grandes regiões brasileiras no ano de 2009.

Na Tabela 64 são apresentadas as estimativas de geração de efluentes pelos abatedouros de aves, suínos e bovinos, graxarias e laticínios no ano de 2009. Os valores foram estimados a partir de dados de efluentes gerados e consumo de água.

Tabela 64 - Total de efluentes (mil litros) gerados no Brasil e regiões pelas indústrias primárias ligadas ao setor pecuário no ano de 2009.

	Abatedouros de aves (mil.litros)	Abatedouros de suínos (mil.litros)	Abatedouros de bovinos (mil.litros)	Graxarias (mil.litros)	Laticínios (mil.litros)	TOTAL DE EFLUENTES GERADOS (mil.litros)
Brasil	69.434.780	12.373.132	19.643.882	6.844.808	13.244.345	121.540.947
Norte	918.580	7.276	3.796.161	869.460	2.332.810	7.924.288
Nordeste	2.020.266	178.689	2.155.502	494.644	1.325.073	6.174.175
Sudeste	15.680.768	2.143.094	4.562.393	1.529.039	3.045.716	26.961.010
Sul	41.756.851	8.326.098	2.188.032	2.020.192	2.104.112	56.395.284
Centro-Oeste	9.058.314	1.717.975	6.941.794	1.818.855	4.380.324	23.917.263

A região Sul foi a maior geradora de efluentes. Os abatedouros de aves respondem pela maior quantidade de efluentes em três das cinco regiões, como pode ser observado na Tabela 64 e na Figura 27.

VERSÃO PRELIMINAR

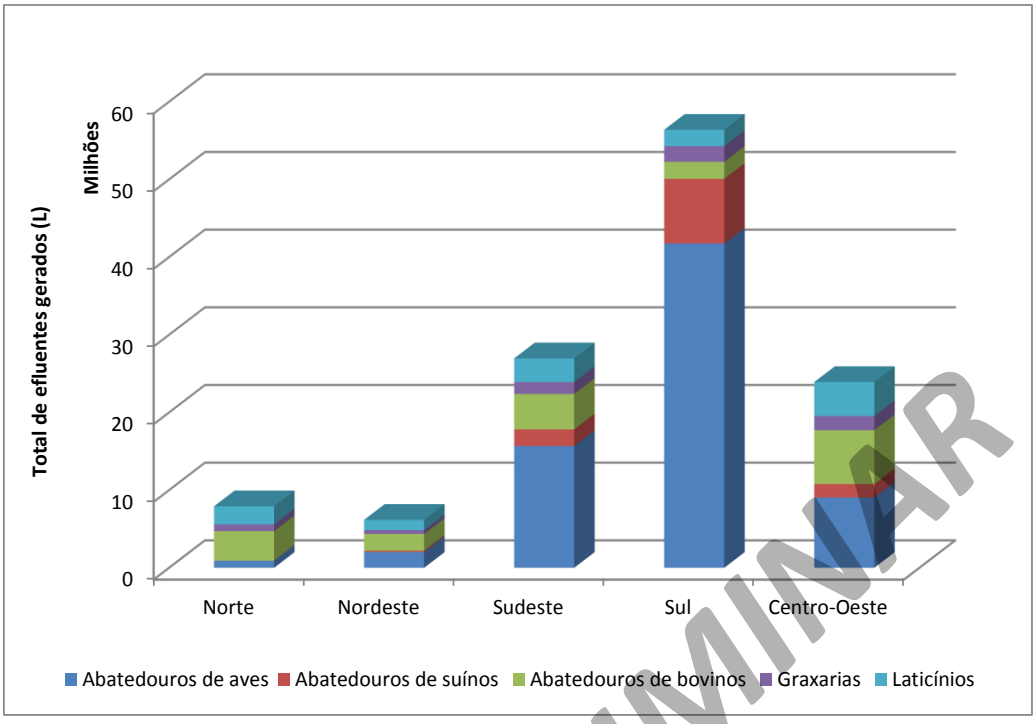


Figura 27 - Efluentes gerados em abatedouros, graxarias e laticínios nas cinco grandes regiões brasileiras no ano de 2009.

Quando calculado o percentual do total de efluentes gerados por região, observa-se que a região Sul respondeu por 46% dos efluentes gerados em abatedouros, graxarias e laticínios do Brasil, seguido das regiões Sudeste com 22% e região Sul com 20%.

2.2.2.5 Considerações acerca dos resultados

Seguindo o padrão observado no capítulo referente à geração de dejetos pela criação animal, as maiores produções de resíduos sólidos e líquidos decorrentes das indústrias primárias ligadas à pecuária ocorreram nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste. Estes primeiros resultados servirão como base para os estudos posteriores de produção potencial de produção de biogás e conversão em energia.

Identificou-se que uma parcela significativa dos resíduos gerados em abatedouros possui potencial de utilização como subproduto para a indústria de graxarias, porém uma quantidade significativa torna-se resíduo. É imprescindível que estes resíduos e os gerados em graxarias sejam tratados e dispostos de maneira adequada, devido ao seu potencial de contaminação decorrente da alta carga orgânica que possuem. Além disso, a possibilidade de recuperação de energia através de processos de anaeróbios deve ser considerada, já que serve como tratamento destes resíduos, reverte em recursos financeiros e pode ser utilizada como alternativa de obtenção de recursos energéticos não renováveis.

VERSÃO PRELIMINAR

Quanto aos efluentes gerados, o ideal seria que novas tecnologias fossem desenvolvidas e adotadas com vistas a reduzir a quantidade de água utilizada, o que minimizaria os impactos causados aos recursos hídricos (tanto na retirada quanto no descarte), custos com tratamento e outros. Os tipos de tratamentos de efluentes empregados em abatedouros dependem de diversos fatores como as características dos efluentes e o porte do estabelecimento. Os efluentes de abatedouros possuem uma grande quantidade de outros materiais como graxas, partículas de carne, pelos, couro e outros, o que demanda para o seu tratamento a utilização de processos físicos, químicos e biológicos. Em geral, os métodos se iniciam por processos físicos, que tem por objetivo remover os sólidos de maior dimensão e os líquidos imiscíveis na água (óleos e gorduras), os quais não podem ser segregados. A minimização de outros contaminantes é feita por processos físico-químicos ou biológicos, em função das características dos contaminantes (ISA, 2005).

2.2.3 ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE GERAÇÃO DE METANO E ENERGIA ELÉTRICA PELOS DEJETOS DAS CRIAÇÕES ANIMAIS E RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA ASSOCIADA

2.2.3.1 Introdução

No Brasil o setor agropecuário caminha para o uso mais intensivo das fontes não renováveis de energia. Dentre as formas alternativas de energia renováveis, pode-se citar a de conversão da biomassa em energia secundária, destacando-se a biodigestão anaeróbia de resíduos (agroindustriais, domésticos, rurais, etc.), o que permite o seu aproveitamento sob a forma de biogás/metano (OLIVEIRA, 2004).

A utilização dos biodigestores no meio rural tem merecido destaque devido aos aspectos de saneamento e geração de energia, além de estimularem a reciclagem orgânica e de nutrientes (LUCAS JR., 1994 apud. OLIVEIRA, 2004).

Segundo Oliveira (2004), os principais resultados esperados com a implantação de biodigestores são:

- proporcionar a substituição do GLP e da lenha, por biogás no aquecimento do ar no interior dos aviários;

- substituir o consumo de energias não renováveis por energia renovável (biogás);

- geração de energia elétrica para reduzir os gastos do produtor com a compra de energia e consequentemente, reduzir os custos de produção;

VERSÃO PRELIMINAR

- promover a interação das atividades produtivas na propriedade através do manejo dos fluxos de energia e nutrientes;

- reduzir o potencial de impacto ambiental da atividade suinícola através da implementação de um sistema de tratamento de dejetos;

- reduzir a emissão de gases de efeito estufa (CH_4), com a possibilidade de entrar no mercado de créditos de carbono;

- reduzir o uso de fertilizante químico com o uso do biofertilizante;

- conscientizar o produtor para importância do tratamento dos dejetos por sua viabilidade econômica e ambiental;

- reduzir o nível de odor nas propriedades.

Conforme Lucas Jr. & Santos (2000) dentre os modelos de biodigestores apropriados ao meio rural, pode-se citar o modelo Batelada que, apesar da simplicidade, pode ser útil em situações em que o resíduo é obtido periodicamente, como é o caso da cama obtida nos galpões de frangos de corte. Quando a disponibilidade dos resíduos for diária, o interesse volta-se para os biodigestores contínuos como os modelos Indiano e Chinês. Tecnologias como sistemas de agitação, aquecimento, pré-fermentação, etc, podem ser associadas a estes biodigestores, porém, deve-se analisar com rigor os custos.

O digestor contínuo de biodigestação anaeróbia de efluentes segundo Oliveira (2009), recebe carga de efluente continuamente, ou periodicamente, sem que ocorra a paralisação do processo de biodigestão e produção de biogás, havendo também produção contínua de afluente. Já em digestor tipo batelada uma nova carga de efluente só é realizada quando o processo de biodigestão chega ao fim (mínima produção de biogás), e para que isso ocorra é preciso que a câmara de digestão seja esgotada.

Oliveira (2004) salienta que o rendimento quando existe transformação da energia contida no biogás em energia elétrica gira em torno de 25%, contra 65% quando transformada em energia térmica. A seu favor, a energia elétrica tem o fato de ser um tipo de energia de fácil utilização e também, no caso, o biogás tem seu custo de produção bastante baixo.

A comparação entre as diferentes fontes energéticas e biogás foi realizada por Filho (1981 apud. Oliveira (2009) e está apresentada Quadro 1.

VERSÃO PRELIMINAR

Fonte energética	Equivalências			Biogás (m^3)
	Litro (l)	kg	kWh	
Gasolina	1,00			1,63
Óleo diesel	1,00			1,80
Querosene	1,00			1,73
Gasolina de avião	1,00			1,58
Óleo combustível	1,00			2,00
Petróleo médio	1,00			1,81
Álcool combustível	1,00			1,26
GLP		1,00		2,20
Lenha		1,00		0,65
Carvão vegetal		1,00		1,36
Xisto		1,00		0,29
Energia elétrica			1,00	0,70

Quadro 1- Comparação entre diferentes fontes energéticas e biogás.
Fonte: Adaptada de Filho (1981 apud. Oliveira, 2009).

VERSÃO PRELIMINAR

2.2.3.2 Escopo e limitações do estudo

Para o cálculo de metano gerado pela criação de aves, utilizou-se como base as quantidades de dejetos gerados pelas aves de postura e de corte. Para os bovinos utilizou-se apenas as quantidades de dejetos gerados pelos bovinos de leite que são criados semi-confinados ou confinados, ficando os dejetos armazenados. Não foram considerados os dejetos produzidos pelos bovinos de corte, pois não se tem informações do rebanho que é criado em sistema confinado. Sabe-se que a grande maioria das criações ocorre em sistema extensivo, ficando o dejeto espalhado pelos campos onde o gado é criado.

Outra questão a ser observada é que a criação de aves de corte ocorre sobre camas que podem ser compostas por diversos materiais como maravalha, capim Napier, bagaço de cana ou outros materiais disponíveis na região, porém nas estimativas realizadas neste estudo considerou-se apenas os dejetos gerados pelas aves. A quantidade de cama de aviário não foi incluída, pois o tipo, a quantidade utilizada e o número de lotes criados em cada cama é muito variável nas diferentes regiões, empresas integradoras e sistemas utilizados pelos produtores. Segundo estudos realizados por Webb & Hawkes (1985 apud. LUCAS Jr. & SANTOS, 2000), de um modo geral, o material utilizado como cama de aviário diminui o potencial de produção de biogás, por isso é possível que os dados reais sejam inferiores aos apresentados neste estudo.

Em relação às estimativas de geração de biogás a partir dos resíduos gerados nas indústrias primárias associadas àpecuária, não foi calculado o potencial de geração de biogás para biodigestão do conteúdo estomacal e intestinal dos bovinos e suínos, cama de aviário e

borra do flotador. O resíduo do tipo borra de flotador e biodigestão do conteúdo estomacal e intestinal dos bovinos e suínos, não foram incluídos por não terem sido identificadas metodologias para estes cálculos. Segundo Bellaver (2010) a compostagem é a alternativa que poderia agregar maior valor a este tipo de resíduo, pois é um processo no qual o material a ser compostado está em um biorreator, com o propósito de produzir um composto orgânico fertilizante (adubo), de bom valor comercial, em curto espaço de tempo (e por isso, acelerada). Em relação aos resíduos da cama de aviário este não foi incluído, pois se comparado aos outros dejetos de suínos e bovinos gerados em abatedouros, a quantidade gerada e o potencial de geração de biogás são pouco significativos.

Neste estudo são mostrados apenas os potenciais totais de energia que poderia ser gerada com a utilização energética dos resíduos. Não foi avaliada, porém, a viabilidade real de uso desses potenciais, pois seria necessário abordar várias outras questões de cunho econômico, financeiro, regulatório, logístico e técnico que não foram abordadas neste levantamento.

2.2.3.3 Metodologia para estimativa da geração de metano pela biodigestão dos dejetos das criações animais

A produção de metano a partir dos dejetos gerados pelas criações de suínos, aves e vacas leiteiras, foi calculada utilizando como referência o método utilizado pelo Centro Nacional de Referência da Biomassa – CENBIO (2008), para compor o Atlas de Bioenergia do Brasil.

O método utilizado pelo CENBIO (2008) e adaptado de CETESB (1998) é apresentado na Equação 7:

$$Metano\left(t\frac{CH_4}{ano}\right) = 30\ dias \times n^{o}\ de\ cabe\c{c}as \times Et\ x\ Pb \times Conc.CH_4 \times VE^{-1}$$

Equação 7

Onde:

Et: Esterco total [kg.esterco/(dia.unidade geradora)].

Pb: Produção de biogás [kg.biogás/kg.esterco];

Conc. CH_4: Concentração de metano no biogás [%];

VE: Volume específico do metano [kg.CH_4/m^3.CH_4], sendo este igual a 0,670 kg.CH_4/m^3.CH_4.

VERSÃO PRELIMINAR

A equação foi adequada às informações existentes, conforme apresentado na Equação 8:

$$Metano\left(m^3\frac{CH_4}{ano}\right) = (Et \times Pb \times Conc.CH_4 \times PE^{-1})$$

Equação 8

Onde:

Et: Esterco total [kg.esterco/ano]

Pb: Produção de biogás [kg.biogás/kg.esterco];

Conc. CH_4: Concentração de metano no biogás [%];

PE: Peso específico do metano (kg.CH_4/m^3.CH_4], sendo este igual a 0,716 kg.$CH_4$$m^3$.$CH_4$ (GARCES JUNIOR; DOMINGUES, 2010).

Como valor de esterco total, foram utilizados os dados apresentados Tabela 64, para o ano de 2009.

Para os dados de Pb – produção de biogás, concentração de CH_4 e volume específico do CH_4, utilizou-se dados Motta (1986) apud. CENBIO (2008), apresentados na Tabela 65.

Tabela 65 - Valores de conversão energética para diferentes tipos de efluentes.

Origem do material	(kg biogás/kg esterco)	Concentração de metano (%)
Suínos	0,062	66
Bovinos	0,037	60
Aves	0,055	60

Fonte: Adaptada de Motta (1986) apud. CENBIO (2008).

2.2.3.4 Resultados

Na Tabela 66 são apresentadas as quantidades potenciais de geração de dejetos (kg/ano) e m^3CH_4/ano, resultantes da biodigestão dos dejetos de aves de postura e corte.

Tabela 66 – Geração de metano a partir da geração de dejetos de aves de postura e corte (ano 2009).

	Geração de dejetos (kg/ano)	m^3 CH_4/ano
Brasil	28.025.854.457	1.291.694.409
Norte	822.211.561	37.895.226
Nordeste	2.960.721.278	136.457.824
Sudeste	9.249.674.911	426.311.832
Sul	10.898.420.355	502.301.497
Centro-Oeste	4.094.826.353	188.728.030

VERSÃO PRELIMINAR

Na Tabela 67 são apresentadas as quantidades potenciais de geração de dejetos (kg/ano) e m^3CH_4/ano, resultantes da biodigestão dos dejetos de suínos.

Tabela 67 - Geração de metano a partir da geração de dejetos de suínos (ano 2009).

	Geração de dejetos (kg/ano)	m^3CH_4/ano
BRASIL	20.379.732.253	1.164.718.776
Norte	871.972.155	49.833.939
Nordeste	3.369.353.863	192.561.397
Sudeste	3.584.870.240	204.878.338
Sul	9.876.639.085	564.458.200
Centro-oeste	2.676.896.910	152.986.902

Na Tabela 68 são apresentadas as quantidades potenciais de geração de dejetos (kg/ano) e m^3CH_4/ano, resultantes da biodigestão dos dejetos de bovinos de leite.

Tabela 68 - Geração de metano a partir da geração de dejetos de bovinos de leite (ano 2009).

	Geração de dejetos (kg/ano)	m^3CH_4/ano
Brasil	316.909.674.770	9.825.970.363
Norte	37.597.956.354	1.165.746.691
Nordeste	67.721.022.995	2.099.730.043
Sudeste	106.168.599.923	3.291.819.718
Sul	54.801.360.428	1.699.148.326
Centro-Oeste	50.620.735.071	1.569.525.585

Na Figura 28 é apresentada uma síntese da estimativa da geração de metano em milhões de m³/ano, a partir da geração da biodigestão dos dejetos de aves (corte e postura), suínos e bovinos de corte.

VERSÃO PRELIMINAR

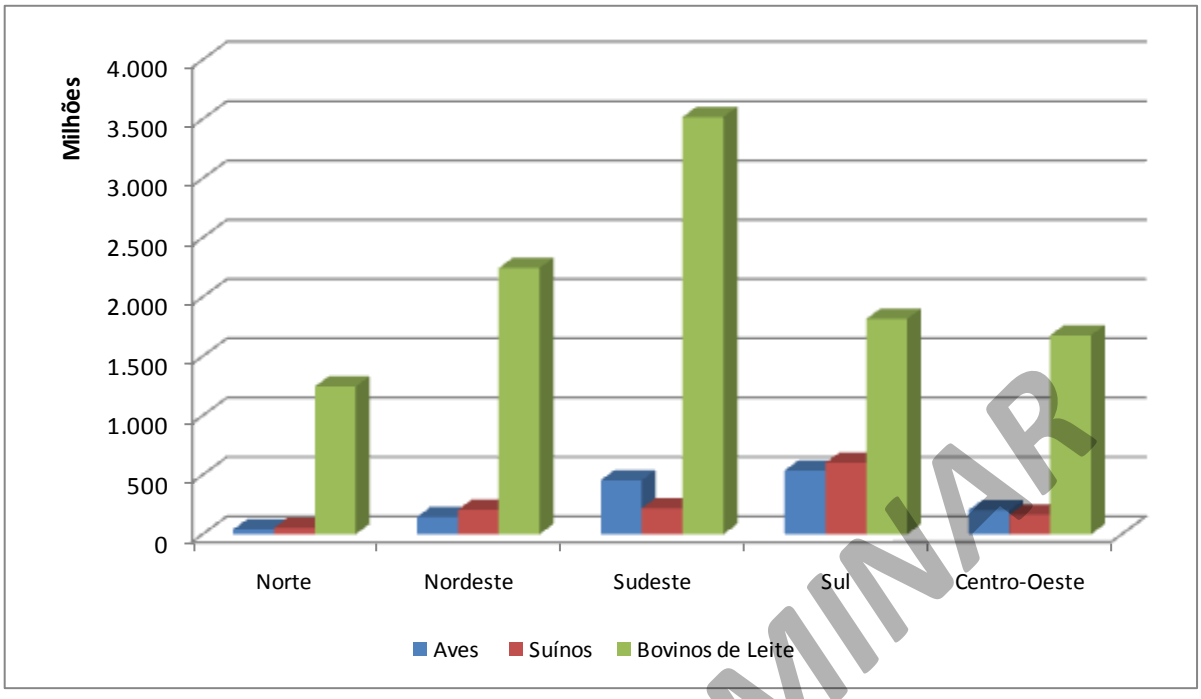


Figura 28 - Síntese da geração de metano nas principais criações animais nas cinco regiões brasileiras em milhões de m^3/ano, ano base 2009.

Apesar da maior quantidade de metano ser obtida pela biodigestão dos dejetos de suínos, os resultados apontam que a criação com maior potencial de geração de metano é a de bovinos de leite, com um total de 10.500.589.224 m^3CH_4 no ano em todo o Brasil, com destaque para a região Sudeste e Nordeste. Estes dados foram obtidos considerando que toda a criação ocorra em sistema confinado.

Segundo Perdomo & Lima (1998), os dejetos suínos possuem potencial energético em termos de produção de biogás, porque mais que 70% dos sólidos totais são constituídos por sólidos voláteis, substrato das bactérias metanogênicas responsáveis pela produção de biogás.

VERSÃO PRELIMINAR

2.2.3.5 Metodologia para estimativa da potencial disponível pela biodigestão dos dejetos das criações animais

A estimativa da geração de energia elétrica a partir dos dejetos das criações foi calculada com base no cálculo da potência útil descrito por Garces Junior & Domingues (2010).

Para a determinação da potência disponível foi utilizada a equação:

$$Py = \frac{Q_{CH4,y} \times PCI_{CH4} \times E \times \eta}{31.536.000}$$

Equação 9

Onde:

Py: Potência útil no ano (MW);

$Q_{CH4,y}$: Quantidade de metano no ano y ($m^3CH_4.ano^{-1}$);

PCI_{CH4}: Poder Calorífico Inferior do metano (33,8 $MJ.m^{-3}$ de CH_4);

E: Eficiência de coleta do gás (35%);

η: eficiência elétrica (28%);

31.536.000: Fator de conversão ($segundos.ano^{-1}$)

A quantidade de metano gerada no ano por cada uma das criações está apresentada nas Tabela 66, Tabela 67 e Tabela 68.

Neste caso, manteve-se o valor de eficiência do motor conforme a referência, porém ao ser utilizado um motor com maior eficiência a capacidade de produção de energia seria maior.

Considerou-se o ano com 8.322 horas, o que equivale a 347 dias, sendo este o período que o motor estaria em funcionamento no ano e os demais dias seriam utilizados para a manutenção do equipamento.

2.2.4 RESULTADOS DA ESTIMATIVA DA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA PELA BIODIGESTÃO DOS DEJETOS GERADOS NAS CRIAÇÕES ANIMAIS

Na Tabela 69 são apresentadas as estimativas de geração de potência útil por região e para o Brasil.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 69- Estimativa da geração de potência útil (kW/ano) a partir do biogás gerado pelos dejetos das aves (corte e postura), suínos e bovinos de leite para o ano de 2009.

	Suínos (MW/ano)	Aves (MW/ano)	Bovinos (MW/ano)
Brasil	122	136	1.032
Norte	5	4	122
Nordeste	20	14	221
Sudeste	22	45	346
Sul	59	53	178
Centro-Oeste	16	20	165

Na Tabela 70 são apresentadas as estimativas de geração de energia elétrica por região e Brasil, bem como a população atendida em um mês, considerando um consumo médio de 100 kWh/mês.

Tabela 70 - Estimativa do total de energia disponível (kWh/ano) gerada pelas criações animais mais representativas das regiões e Brasil e a estimativa da população atendida por mês (média de 100kWh por pessoa).

	Energia disponível (kWh/mês)	População atendida em um mês (consumo médio 100kWh/mês)
Brasil	941.763.131	9.417.631
Norte	96.111.422	961.114
Nordeste	186.226.599	1.862.266
Sudeste	300.800.416	3.008.004
Sul	212.078.559	2.120.786
Centro-Oeste	146.546.136	1.465.461

Os dados da Tabela 70 mostram um potencial bastante expressivo de população que poderia ser atendida por energia elétrica/mês durante um ano com a utilização energética dos dejetos das criações animais. Frisa-se, no entanto, que a prioridade neste caso, seria a utilização deste potencial energético na própria granja, para aquecimento dos animais, funcionamentos de motores e energia para a casa.

Conforme informações de Pecora et al. (2009) as tecnologias convencionais para a transformação energética do biogás são as turbinas a gás, as microturbinas e os motores de combustão interna. De acordo com estudos realizados pelo CENBIO (2005 apud. Pecora et al. 2009), os motores Ciclo Otto, além de apresentarem baixo custo quando comparados às turbinas e microturbinas a gás, possuem alta eficiência quando operados com biogás.

VERSÃO PRELIMINAR

2.2.4.1 Metodologia da estimativa da geração de metano e energia elétrica pela biodigestão dos resíduos (sólidos e efluentes) das agroindústrias primárias associada à criação animal

Utilizou-se como base de dados para a estimativa da geração de metano pela digestão aneróbia, as quantidades de efluentes apresentados na Tabela 64. Estes dados foram obtidos com base no rebanho abatido e produção de leite no ano de 2009.

Para a estimativa da geração de metano pela biodigestão anaeróbia utilizou-se a fórmula do IPCC (2006) apresentada na Equação 10.

$$Emissão\ de\ CH_4 = \sum_i [(TOW_i - S_i)EF_i - R_i]$$

Equação 10

Onde:

Emissão de CH_4 = Emissão de CH_4 no ano, kg CH_4/ano.

TOW_i = Total de material orgânico degradável em efluentes industriais no ano, kg DQO/ano.

i = setor industrial

S_i = Componente orgânico removido como lodo no ano, kg DQO/ano.

EF_i = Fator de emissão do setor industrial, kg CH_4/ kg DQO.

R_i = montante de CH_4 recuperado no ano, kg CH_4/ano.

Não foi realizado somatório, pois como descrito anteriormente, foi utilizado um valor único para as regiões e para o Brasil, calculado com base nos animais abatidos no ano de 2009.

Para S_i foi utilizado o valor médio de 0,35 kg DQO/ano para cada m³ de efluentes gerados. Este valor foi definido a partir dos valores apresentados pelo Environmental Cannada (2009), segundo o qual, a sedimentação primária pode remover de 25 a 40% da DBO.

O valor de TOW foi calculado com base no proposto pelo IPCC (2006) e adaptado aos dados disponíveis, conforme apresentado na Equação 11:

$$TOW = W \times DQO$$

Equação 11

VERSÃO PRELIMINAR

Onde:

TOW = Total de material orgânico degradável em efluentes industriais no ano, kg DQO/ano;

W = Efluentes gerados, m³/ano;

DQO_i = Demanda Química de Oxigênio, kg DQO/m³.

Foi utilizado como valor de DQO para as indústrias do setor do leite 2,7 kg/m³ e para as demais indústrias de carne e aves 4,1 kg/m³, conforme valores do IPCC (2006). Para as graxarias foi assumido o mesmo valor que das indústrias de carne e aves.

O fator de emissão de CH_4 para os efluentes das indústrias primárias associadas a atividade pecuária foi calculado conforme apresentado na Equação 12.

$$EF = B_0 \times MCF$$

Equação 12

Onde:

EF = fator de emissão de CH_4 para cada tratamento - kg CH_4/ kg DQO;

B_0 = capacidade máxima de produção de CH_4 - kg CH_4/ kg DQO;

MCF = fator de correção de metano.

O valor de capacidade máxima de CH_4 foi considerado o valor padrão de 0,25 kg CH_4/ kg DQO. Como fator de correção de metano foi considerado o valor 0,8 que é o fator de correção de reator anaeróbio.

A estimativa da geração de metano pelos dejetos gerados nos abatedouros de suínos e bovinos foi calculada com base na Equação 8.

Para a estimativa do potencial de energia e energia elétrica foi utilizada a mesma metodologia apresentada para a geração de energia elétrica a partir do metano gerado pela biodigestão dos dejetos da pecuária, apresentada na Equação 9.

VERSÃO PRELIMINAR

2.2.4.2 Resultado da estimativa da geração de metano e energia elétrica pela biodigestão dos efluentes das agroindústrias primárias associada à criação animal

A Tabela 71, apresenta a estimativa da geração de m³ CH_4/ano com base na quantidade de efluentes gerado no ano de 2009 para as agroindústrias primárias associadas à criação animal.

Tabela 71 - Estimativa de geração de m³ CH_4/ano gerado a patir do efluente das agroindústrias primárias associadas à criação animal para o ano de 2009.

	Abatedouros de aves (m³ CH_4/ano)	Abatedouros de suínos (m³ CH_4/ano)	Abatedouros de bovinos (m³ CH_4/ano)	Graxarias (m³ CH_4/ano)	Laticínios (m³ CH_4/ano)
Brasil	72.731.962	12.960.683	20.576.692	7.169.841	24.601.926
Norte	962.200	7.622	3.976.426	910.747	4.333.292
Nordeste	2.116.200	187.174	2.257.858	518.133	2.461.379
Sudeste	16.425.385	2.244.861	4.779.043	1.601.647	5.657.545
Sul	43.739.718	8.721.471	2.291.933	2.116.123	3.908.476
Centro-Oeste	9.488.457	1.799.555	7.271.432	1.905.225	8.136.635

Na Tabela 72 é apresentada a estimativa da geração de m³ CH_4/ano gerado a partir dos dejetos gerados nos abatedouros de bovinos e suínos no ano de 2009.

Tabela 72 - Estimativa de geração de m³ CH_4/ano gerado a partir dos dejetos gerados nos abatedouros de suínos e bovinos no ano de 2009.

	Suínos (m³ CH_4/ano)	Bovinos (m³ CH_4/ano)
Brasil	2.828.539	6.717.991
Norte	1.663	1.334.764
Nordeste	40.849	676.047
Sudeste	489.918	1.532.943
Sul	1.903.374	657.007
Centro-Oeste	392.735	2.338.566

As estimativas somadas do potencial de geração de CH_4 / ano a partir da biodigestão dos efluentes (abatedouros, graxarias e laticínios) e dejetos (abatedouros de suínos e bovinos) produzidos no ano de 2009 pelas indústrias primárias associadas às principais criações animais do Brasil estão apresentadas na Figura 29.

VERSÃO PRELIMINAR

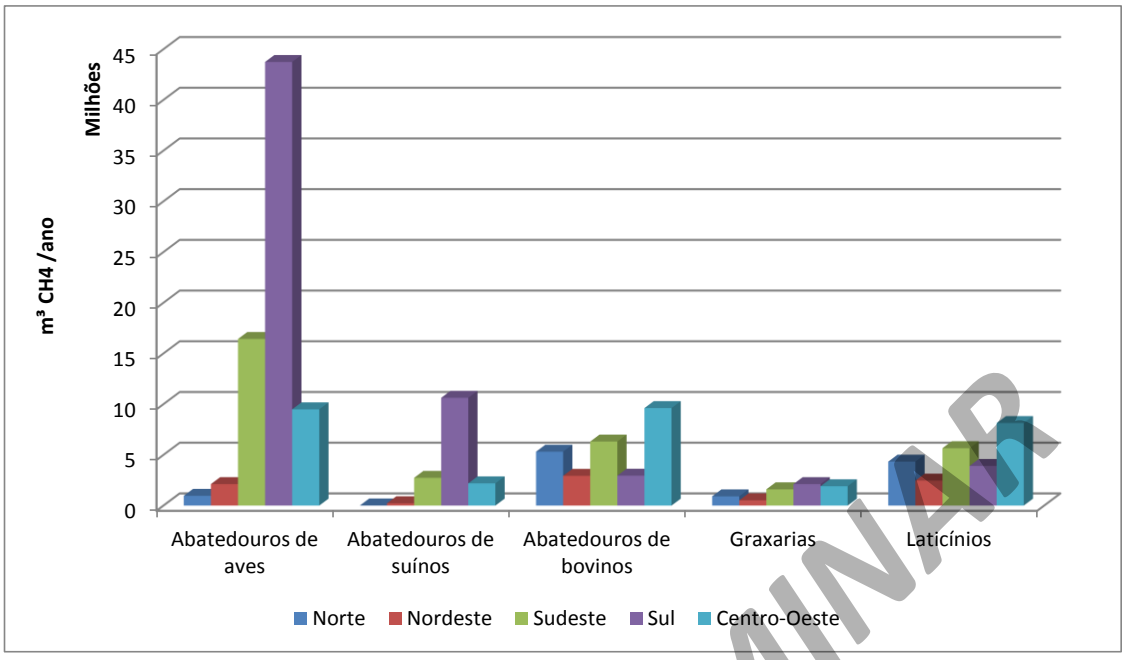


Figura 29 – Potencial de geração de metano dos resíduos (efluentes e dejetos) produzidos no ano de 2009 nas indústrias primárias associadas às principais criações animais.

Na Tabela 73 e Figura 30, são apresentadas as estimativas da geração de energia elétrica em kWh/mês gerado a partir da biodigestão anaeróbia dos efluentes das agroindústrias primárias associadas à criação animal e resíduos da cama de aviário, dejetos suínos e bovinos gerados nos abatedouros de suínos e bovinos, bem como a população potencial de ser atendida a cada mês, durante todo o ano de 2009.

Tabela 73 - Estimativa da geração de kWh/mês gerado pelos efluentes das agroindústrias primárias associadas a criação animal e dejetos de abatedouros de bovinos e suínos para o ano de 2009.

	Efluentes (kWh/mês)	Dejetos de abatedouros de suínos e bovinos (kWh/mês)	TOTAL (kWh/mês)	População atendida em um mês (consumo médio 100kWh/mês)
Brasil	10.055.208	695.390	10.750.598	107.506
Norte	742.282	97.348	839.630	8.396
Nordeste	549.284	52.220	601.504	6.015
Sudeste	2.236.871	147.350	2.384.221	23.842
Sul	4.427.179	186.504	4.613.682	46.137
Centro-Oeste	2.083.380	198.954	2.282.334	22.823

VERSÃO PRELIMINAR

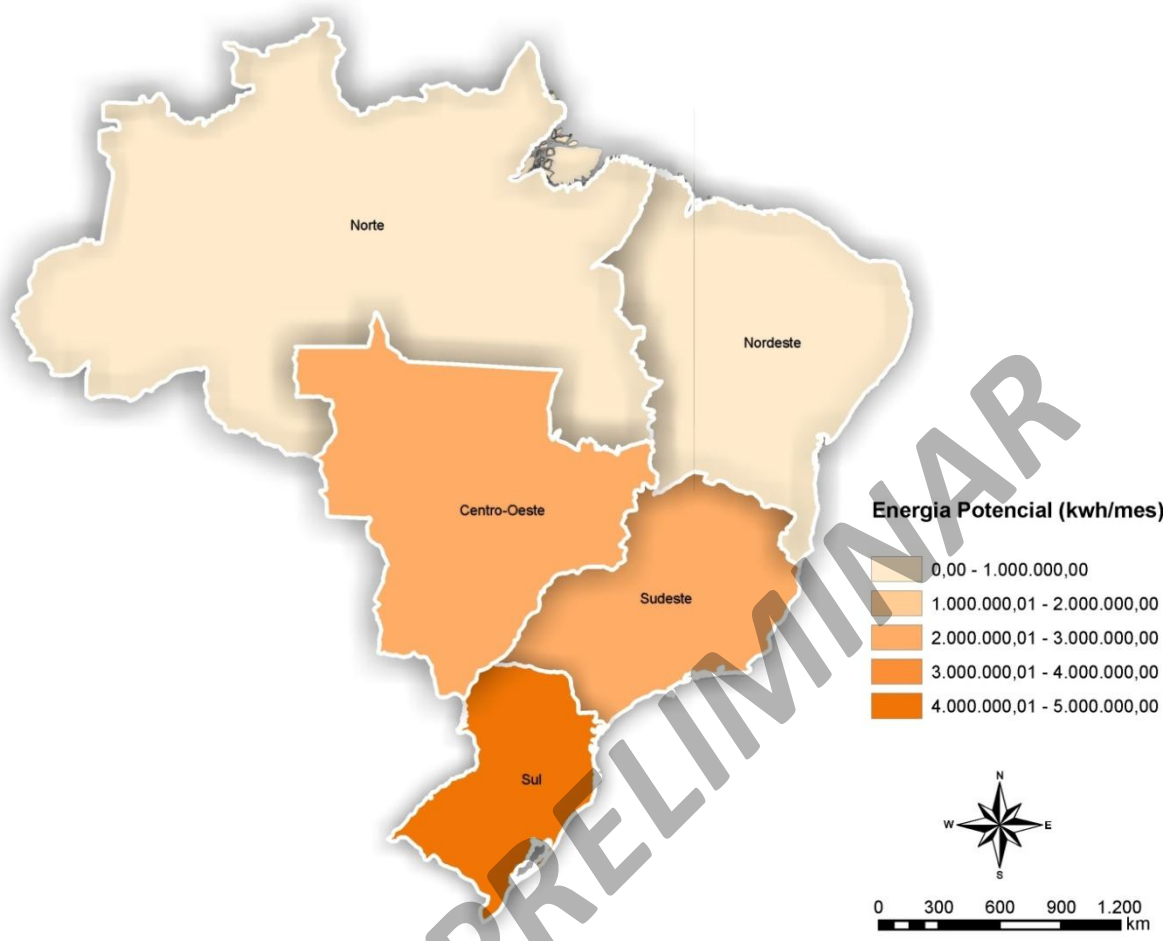


Figura 30 - Estimativa do potencial de geração de kWh/mês pelos efluentes das agroindústrias primárias associadas a criação animal e dejetos de abatedouros de bovinos e suínos para o ano de 2009.

Verifica-se, ilustrativamente, que o total de energia gerada por mês pelos abatedouros de aves, suínos e bovinos, graxarias e laticínios no Brasil seria suficiente para atender uma população de 107.506 habitantes com um consumo médio de 100 kWh.pessoa/mês durante um ano (Tabela 73). A região com maior população atendida seria a região Sul, com 46.137 pessoas atendidas por mês durante um ano. A viabilidade de utilização desse potencial, porém, dependeria de muitos fatores, entre eles a concentração da produção e a logística de transporte dos resíduos. Nos casos onde fosse viável a implantação de empreendimentos, as agroindústrias poderiam utilizar esta energia produzida nas atividades da própria empresa ou, caso houvesse uma geração excedente, esta poderia ser comercializada, dependendo das condições do mercado de energia.

VERSÃO PRELIMINAR

2.2.4.3 Considerações acerca dos resultados

A estimativa de geração de energia elétrica a partir da biodigestão dos dejetos e efluentes das criações e agroindústrias associadas, produzidos no ano de 2009, seria suficiente, em termos ilustrativos, para suprir a demanda de um população de 9.555.137 pessoas com um consumo médio de 100kWh/mês. O porte e a localização das granjas e agroindústrias, porém, inviabilizaria em termos econômicos a implantação de um sistema individual de biodigestão, sendo necessária a implantação de sistemas coletivos, o que demandaria estudos regionalizados de espacialização das atividades.

Segundo Zago (2003 apud. OLIVEIRA, 2004), a geração de energia elétrica tendo como combustível o biogás, passa a ser viável economicamente quando a propriedade possuir capacidade de produção de 200 m³/dia de biogás, o que daria uma produção aproximada de 300 kVAh/dia.

A energia elétrica gerada serviria para atender prioritariamente às necessidades dos empreendimentos e o restante poderia ser comercializado, dependendo das condições do mercado de energia, através da transferência para a rede elétrica. O biogás gerado, além de transformado em energia elétrica poderia ser aproveitado através da combustão, gerando assim calor.

Reitera-se que a tecnologia de biodigestão evitaria a emissão de trilhões de m^3CH_4/ano gerando, além disso, um composto estável, com menor potencial poluidor, eliminando patógenos e reduzindo odores.

VERSÃO PRELIMINAR

2.3 SILVICULTURA E AGROINDÚSTRIAS ASSOCIADAS

2.3.1 Introdução

O setor da silvicultura tem sido um dos setores da economia brasileira com maior crescimento nos últimos anos. A atividade da silvicultura se ocupa do estabelecimento, desenvolvimento e da reprodução de florestas, visando múltiplas aplicações, tais como: a produção de madeira, o carvoejamento, a produção de resinas, a proteção ambiental, etc. (IBGE, 2009c). O uso da madeira advinda da silvicultura ganha destaque em um momento que a preocupação com o meio ambiente e as diversas formas de vida tornaram-se parte do cotidiano e atividades das empresas. Atualmente os produtos silvícolas são utilizados como fonte energética, lenha para carvoarias e indústrias siderúrgicas, como matéria-prima para indústrias moveleiras, de papel e celulose, construção civil, entre outras finalidades.

Assim como na maioria das atividades produtivas, o setor florestal apresenta perdas no processo produtivo, desde o corte da árvore até seu processamento em indústrias primárias e secundárias. Grandes quantidades de sobras de menor valor comercial são produzidas, chamados tradicionalmente de resíduos. Conforme a Lei 12.305 (BRASIL, 2010), os resíduos florestais se enquadram na classificação de resíduos agrosilvopastoris, ou seja, resíduos que são gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades.

2.3.2 Escopo e Limitações do Estudo

A quantificação dos resíduos florestais foi realizada com dados secundários, obtidos a partir dos dados de Produção e Extração Vegetal da Silvicultura, referentes ao ano de 2009, disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Esses dados, porém, são relativos apenas à produção de madeira em toras utilizada para cada atividade: carvão vegetal, lenha, papel e celulose e outras finalidades. Dessa forma, foi possível quantificar a geração de resíduos de forma discretizada por regiões e estados referentes aos resíduos gerados apenas na colheita da madeira e em processos que utilizam as toras, como o caso do processamento mecânico da madeira. O setor florestal é amplo e complexo, apresentando diversos segmentos de atividades e aplicações industriais. Cada indústria associada apresenta uma diversidade de resíduos, cuja geração depende do tamanho da

VERSÃO PRELIMINAR

indústria, do processo produtivo e das políticas da empresa. Sendo assim, a quantificação do montante de resíduo associados ao processo produtivo torna-se difícil, pois não existem dados discretizados de produção em cada setor nas regiões e estados brasileiros. Destaca-se também, a diversidade de valores encontrados nas fontes referenciais consultadas, podendo haver disparidade na quantificação devido a diferenças de metodologia utilizada.

A quantificação de resíduos gerados em indústrias primárias como celulose e papel se restringiu apenas no âmbito nacional, em que são apresentados dados de produção. Outro fator limitante do estudo é a ausência de dados relativos aos percentuais de aproveitamento de processo na produção de outros produtos associados à silvicultura, como madeira tratada, cavacos e partículas, cascas, folhas e resinas, sendo apresentados índices de geração referentes a alguns segmentos da cadeia da madeira obtidos em estudos específicos de regiões do Brasil.

Optou-se tratar este setor como setor florestal, o qual abrange, além da madeira de silvicultura, a madeira produzida no extrativismo vegetal, uma vez que são atualmente extraídas grandes quantidades de madeira de florestas naturais, sendo esta amplamente utilizada nos diversos segmentos da cadeia. A utilização da madeira de extração vegetal também gera uma grande quantidade de resíduos, sendo maior que a da silvicultura quando considerada a etapa de extração no campo.

2.3.3 Setor Florestal

O agronegócio florestal tem ganhado destaque nos últimos anos no Brasil e no mundo, principalmente em função de tratar-se de recursos renováveis dentro da ótica de sustentabilidade ambiental, seguindo a trajetória de substituição ou produção de recursos até então extraídos da natureza (CORONEL et. al, 2007).

Apesar de sua relevância na economia nacional, é elencado como um setor contraditório, uma vez que desenvolveu a silvicultura de florestas plantadas com produção integrada e estrutura produtiva sofisticada, mas ainda convive com altos índices de desmatamento ilegal de florestas nativas (SFB, 2011).

Conforme o Ministério do Meio Ambiente, o Brasil é um dos maiores produtores e o maior consumidor mundial de produtos de origem florestal. Setores estratégicos da economia brasileira, como a siderurgia, a indústria de papéis e embalagens, e a construção civil, são altamente dependentes do setor florestal (MMA, 2011). O Brasil apresenta aproximadamente 516 milhões de hectares, cerca de 60,7% do território, de florestas naturais e plantadas.

VERSÃO PRELIMINAR

O país possui cerca de 6,8 milhões de hectares de florestas plantadas, sendo que 93% são com espécies de eucalipto e pinus. Em 2009, a área total de florestas plantadas de eucalipto e pinus no Brasil atingiu 6.310.450 ha, apresentando um crescimento de 2,5% (ABRAF, 2010). Além destas florestas que formam o conjunto mais representativo, outros grupos merecem destaque devido principalmente à sua importância econômica. A Tabela 74 apresenta as principais espécies plantadas no país, seu percentual relativo em área e os principais usos industriais.

Tabela 74 - Áreas total de florestas plantadas por grupo de espécies no Brasil (2009)

Grupo de Espécie	Área 2009 (ha)	Participação (%) da Espécie no total	Principais usos
Eucalipto	4.515.730	66,58	Celulose, papel, madeira serrada, painéis, compensados, carvão vegetal, construção civil, movelaria, construção naval, embalagens, lâminas, vigas e PMVA (Produto de Maior Valor Agregado)
Pinus	1.794.720	26,46	Celulose, papel, madeira serrada, painéis, compensados, carvão vegetal, construção civil, movelaria, construção naval
Acácia	174.150	2,57	Madeira, energia, carvão para celulose, painéis de madeira, Tanino, curtumes, adesivos, petrolífero, borrachas
Seringueira[1]	128.460	1,89	Madeira, energia, celulose, seiva, borracha
Paricá	85.320	1,26	Lâmina e compensado, forros, palitos, papel, móveis, acabamentos e molduras
Teca	65.240	0,96	Construção civil (portas, janelas, lambris, painéis, forros), assoalhos e decks, móveis, fósforo, lápis e carretéis
Pinheiro-do-Paraná ou Araucária	12.110	0,18	Serrados, lâminas, forros, molduras, ripas, caixotaria, estrutura de móveis, fósforo, lápis e carretéis
Pópulus	4.030	0,06	Fósforos, partes de móveis, portas, marcenaria interior, brinquedos, utensílios de cozinha
Outras[2]	2.740	0,04	-
Total	6.782.500	100,00	

Fonte: ABRAF (2010)

[1] As áreas de florestas plantadas com seringueira no Brasil foram revisadas em função de dados publicados pela Associação Paulista de Produtores e Beneficiadores de Borracha.
[2] Áreas com florestas tais como ipê‑roxo, fava‑arara, jatobá, mogno, acapú, entre outras.

A Figura 31 mostra o resumo gráfico dos percentuais apresentados na Tabela 74, relativo às áreas de florestas plantadas no país.

VERSÃO PRELIMINAR

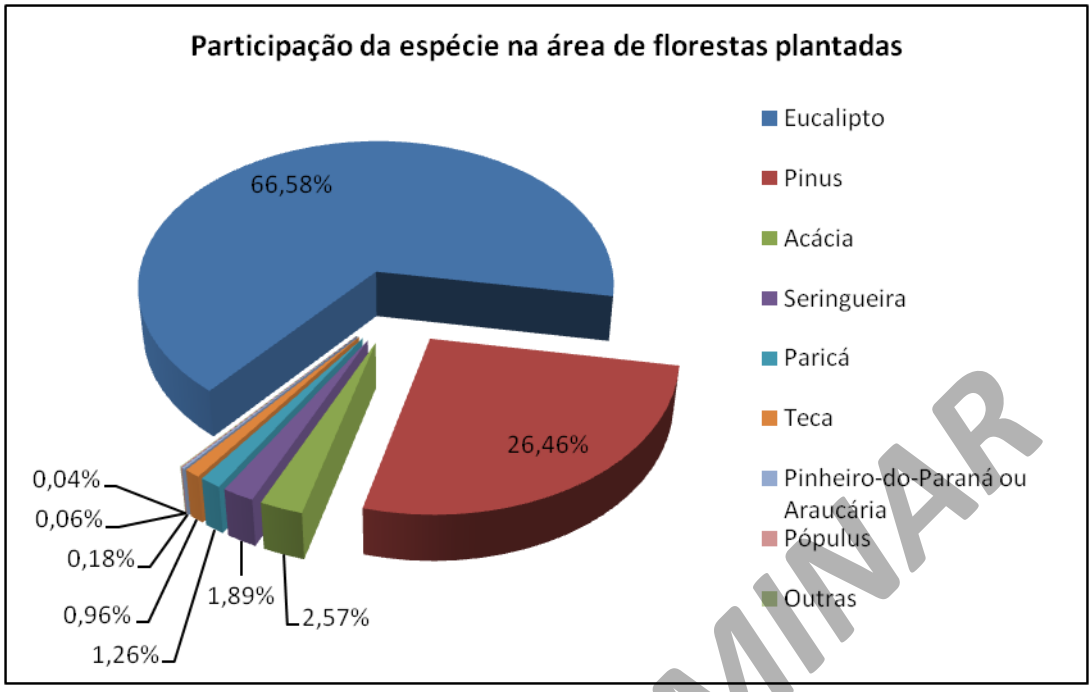
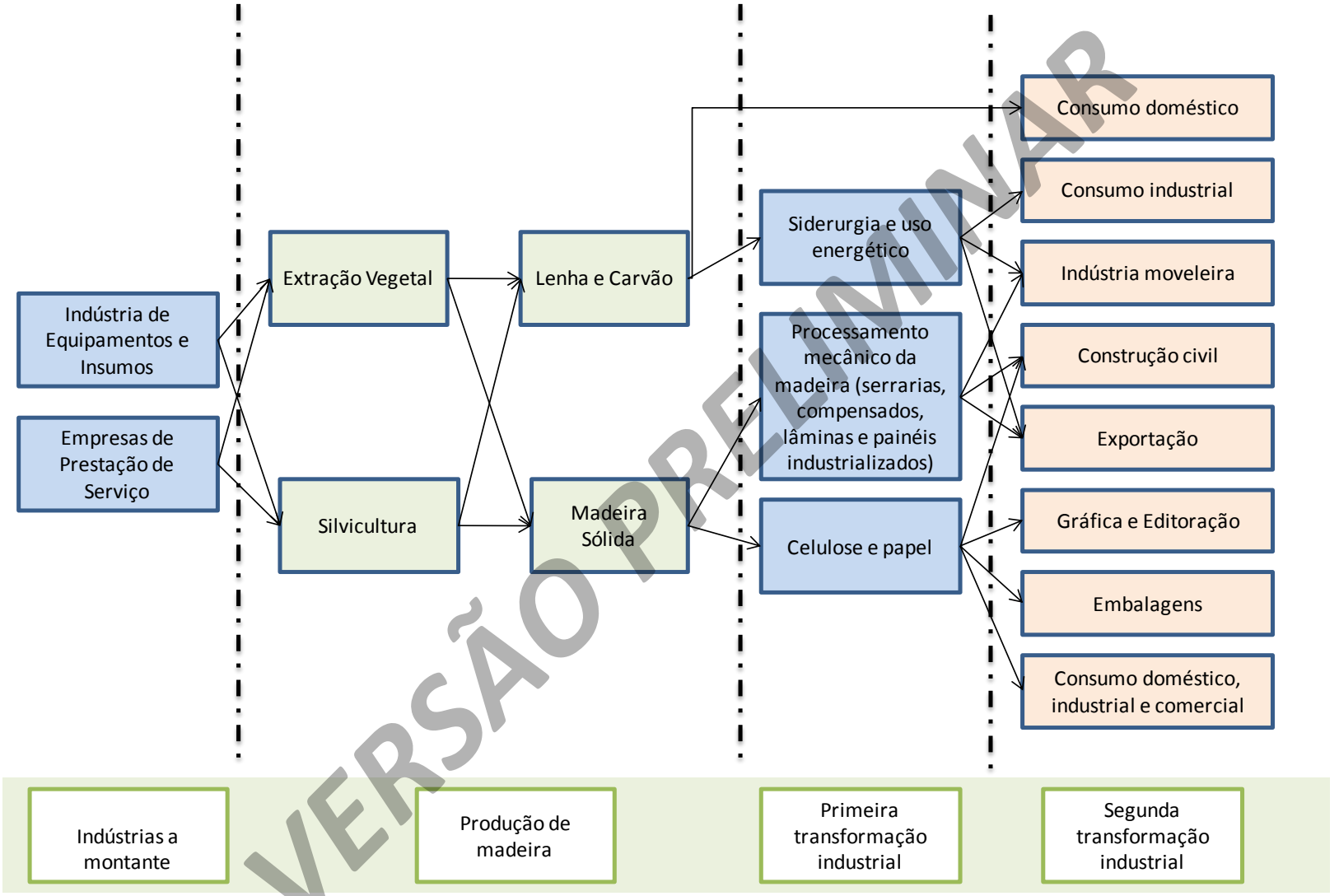


Figura 31 – Participação de cada espécie florestal em área plantada no Brasil no ano de 2009. Fonte: ABRAF (2010)

O setor florestal contribui com uma parcela importante para a economia brasileira, gerando produtos para consumo interno e exportação, empregos, renda para a população, impostos, atuando também na conservação e preservação dos recursos naturais. O Programa Nacional de Florestas (PNF) do Ministério do Meio Ambiente, cita que atualmente existem oito cadeias produtivas que exploram o patrimônio florestal: chapas e compensados, óleos e resinas; fármacos; cosméticos; alimentos; carvão, lenha e energia; papel e celulose; madeira e móveis.

A cadeia produtiva com base no setor florestal constitui uma atividade econômica complexa e diversificada de produtos e aplicações energéticas e industriais. A Figura 32 apresenta o fluxo da cadeia produtiva da madeira, a qual parte da produção florestal primária da madeira em tora, que através de diferentes processamentos industriais resulta em produtos madeireiros e não-madeireiros que se destinam ao consumidor final, no mercado interno ou externo.

VERSÃO PRELIMINAR



VERSÃO PRELIMINAR

Figura 32 – Cadeia produtiva da madeira
Fonte: Moraes (2002)

A cadeia produtiva florestal tem como base a silvicultura de florestas plantadas, inicialmente com árvores de espécies comerciais adequadas ao processo industrial a que se destinam. Conforme ABRAF (2010), após o plantio, segue-se o cultivo, mediante o manejo florestal durante todo o ciclo de produção, e em seguida a colheita florestal, de acordo com o produto final ao qual a floresta se destina.

A partir da produção da matéria-prima florestal tem início a cadeia produtiva florestal através do processamento primário e da geração de produtos florestais. Estes podem ser madeireiros, na forma de madeira em tora e de principal interesse para a indústria baseada em florestas comerciais (plantadas ou nativas), ou não madeireiros. Os principais produtos não madeireiros são o látex, as resinas, ceras, gomas, fibras tanantes, corantes, e óleos aromáticos ou essenciais, e cascas, obtidos geralmente através de extração não destrutiva. Assim, na maioria dos casos onde esta atividade de extração é conduzida em larga escala, as árvores são mantidas em produção, ou seja, não são cortadas.

Os produtos madeireiros são os mais importantes da cadeia florestal, do ponto de vista econômico. O fluxograma da Figura 33 apresenta a cadeia produtiva específica do setor madeireiro.

VERSÃO PRELIMINAR

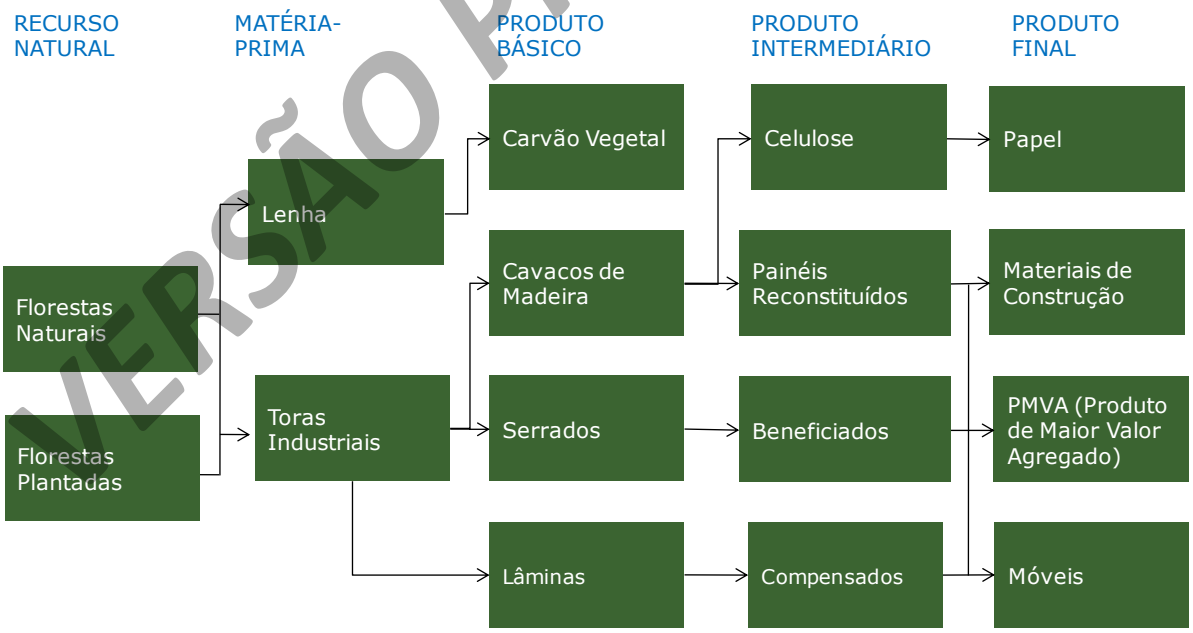


Figura 33 – Cadeia Produtiva do Setor Florestal Madeireiro
Fonte: STCP, 2011

A partir do processamento primário, secundário ou terciário da madeira, as indústrias de base florestal produzem uma gama de produtos que se destinam a diferentes fins.

Além de produtos de base madeireira, o setor ainda conta a produção de produtos não madeireiros como apresenta a Figura 34.

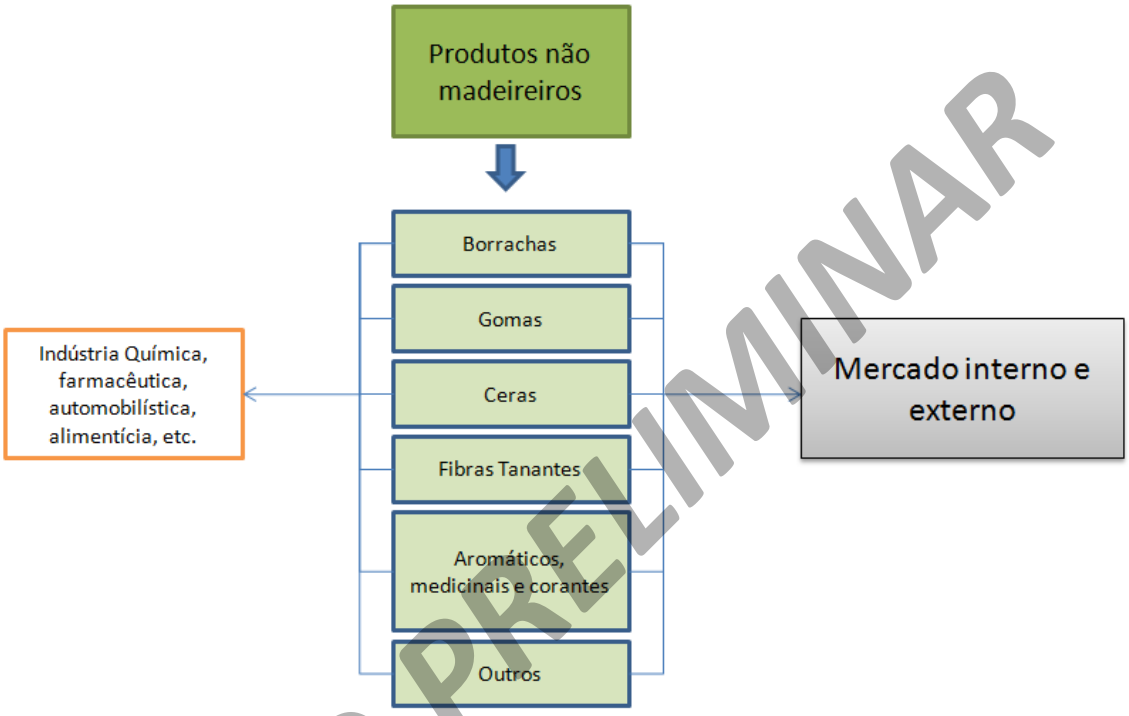


Figura 34 – Produtos não madeireiros do setor florestal
Fonte: Moraes (2002)

Conforme o Serviço Florestal Brasileiro (SFB, 2011) existem dois modelos de organização industrial no setor florestal no Brasil. De um lado, em especial nos setores de celulose, papel, lâmina de madeira, chapa de fibra e madeira aglomerada, há predomínio de poucas empresas de grande porte, integradas verticalmente da floresta até produtos acabados, os quais atuam da produção até o comércio.

De outro lado, principalmente na produção de madeira serrada, compensados e móveis, ocorre a existência de um grande número de empresas de pequeno e médio porte, de menor capacidade empresarial. No caso da indústria de móveis, além da variedade no uso de materiais, o setor apresenta uma forte pulverização das preferências dos consumidores, levando a uma redução da escala da demanda e a uma enorme fragmentação do mercado.

VERSÃO PRELIMINAR

2.3.4 Produção

A Tabela 75 apresenta um resumo dos dados de produção referentes a produtos madeireiros de florestas plantadas e nativas para o Brasil, regiões e estados no ano de 2009.

Tabela 75 – Produção de madeira provinda da silvicultura e extrativismo

Grandes Regiões e Unidades da Federação	Silvicultura				Extrativismo	
	Carvão vegetal	Lenha	Madeira em toras		Lenha	Madeira em tora
			Papel e celulose	Outras finalidades		
	Quantidade (t)	Quantidade (m³)	Quantidade (m³)	Quantidade (m³)	Quantidade (m³)	Quantidade (m³)
Brasil	**3.378.481**	**41.410.850**	**65.345.680**	**41.565.728**	**41.439.567**	**15.248.187**
Norte	**12**	**4.900**	**1.527.874**	**1.790.936**	**8.148.870**	**8.962.724**
Rondônia	-	-	-	-	57.926	1.358.072
Acre	-	-	-	-	685.240	120.566
Amazonas	12	4.900	-	2.350	2.539.348	1.055.928
Roraima	-	-	-	-	101.240	100.930
Pará	-	-	1.432.000	553.056	3.551.983	5.975.969
Amapá	-	-	95.874	1.235.530	174.222	266.925
Tocantins	-	-	-	-	1.038.911	84.334
Nordeste	**411.731**	**1.140.118**	**14.785.464**	**1.898.444**	**23.174.486**	**1.494.634**
Maranhão	227.101	10.500	67.635	-	2.799.945	184.723
Piauí	-	-	-	-	1.679.688	120.789
Ceará	1.861	-	-	18.737	4.525.309	47.575
Rio Grande do Norte	54	41.248	-	-	1.256.346	6.573
Paraíba	-	-	-	-	605.070	-
Pernambuco	-	-	-	-	1.751.452	34.832
Alagoas	-	6.820	39.486	496	81.218	2.375
Sergipe	-	-	3.790	-	356.627	13.540
Bahia	182.716	1.081.550	14.674.553	1.879.211	10.118.831	1.084.227
Sudeste	**2.822.524**	**10.833.137**	**25.154.443**	**10.920.815**	**2.417.822**	**57.015**
Minas Gerais	2.717.170	3.733.120	5.371.797	2.410.118	2.369.264	39.342
Espírito Santo	34.666	230.048	6.062.232	168.482	4.706	2.303
Rio de Janeiro	3.675	464.891	54.500	95.572	3.447	1.120
São Paulo	67.012	6.405.078	13.665.914	8.246.643	40.405	14.250
Sul	**72.413**	**27.551.959**	**20.984.050**	**25.797.836**	**4.911.371**	**783.626**
Paraná	26.689	7.982.041	11.083.552	12.944.492	1.869.646	628.636
Santa Catarina	6.613	6.128.487	7.427.261	8.096.827	1.666.805	120.184
Rio Grande do Sul	39.111	13.441.431	2.473.237	4.756.517	1.374.920	34.806
Centro-Oeste	**71.813**	**1.880.736**	**2.893.849**	**1.157.697**	**2.787.018**	**3.950.188**
Mato Grosso do Sul	55.332	336.762	2.893.849	882.246	153.389	10.284
Mato Grosso	-	456.114	-	36.155	1.953.294	3.920.627
Goiás	16.481	1.081.860	-	239.296	680.335	19.277
Distrito Federal	-	6.000	-	-	-	-

Fonte: IBGE (2009c)

VERSÃO PRELIMINAR

Em 2009, foram produzidos 41.410.850 m³ de lenha da silvicultura e 41.439.567 m³ de lenha oriunda do extrativismo vegetal. Esta atividade se refere ao processo de exploração dos recursos vegetais nativos que compreende a coleta ou apanha de produtos como madeiras, látex, sementes, fibras, frutos e raízes, entre outros, de forma racional, permitindo a obtenção de produções sustentadas ao longo do tempo, ou de modo primitivo e itinerante, possibilitando, geralmente, apenas uma única produção (IBGE, 2009c). A Figura 48 apresenta o percentual de produção de lenha por estado relativo às atividades de silvicultura e extrativismo vegetal.

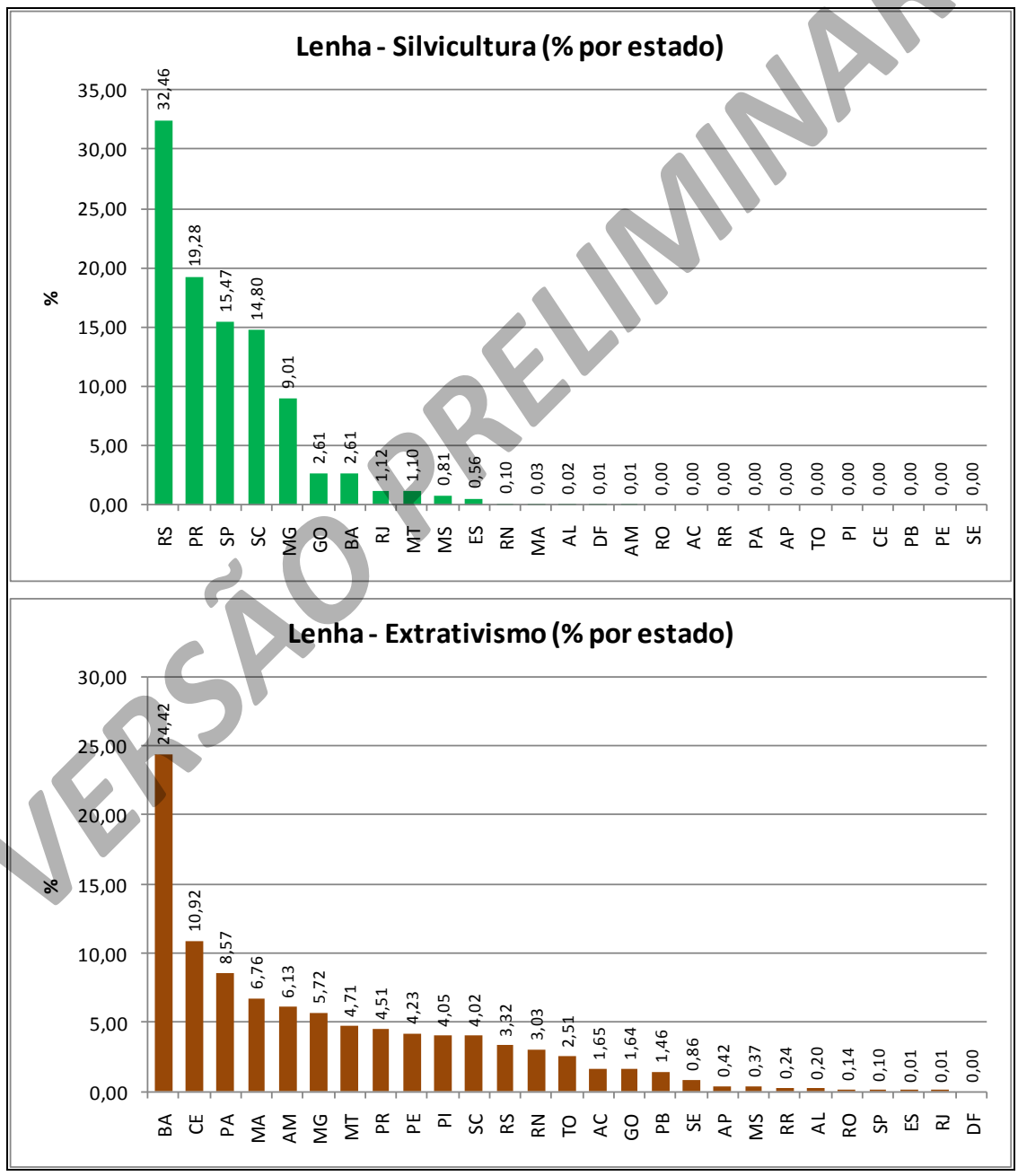


Figura 48 – Produção de Lenha nas atividades de extrativismo e silvicultura (% por estado). Fonte: IBGE (2009c)

VERSÃO PRELIMINAR

Na lenha da silvicultura, os principais produtores foram o Rio Grande do Sul (32,5%); Paraná (19,3%); São Paulo (15,5%); Santa Catarina (14,8%) e Minas Gerais (9,0%). Na lenha do extrativismo vegetal, os principais produtores foram a Bahia (24,4%); Ceará (10,9%); Pará (8,6%); Maranhão (6,8%) e Amazonas (6,1%). Destacam-se os municípios de Santa Cruz do Sul-RS, na lenha da silvicultura (767.826 m³) e o município baiano Xique-Xique na lenha oriunda do extrativismo vegetal (675.627 m³).

A Figura 49 apresenta o percentual de produção de madeira em tora por estado relativo às atividades de silvicultura e extrativismo vegetal.

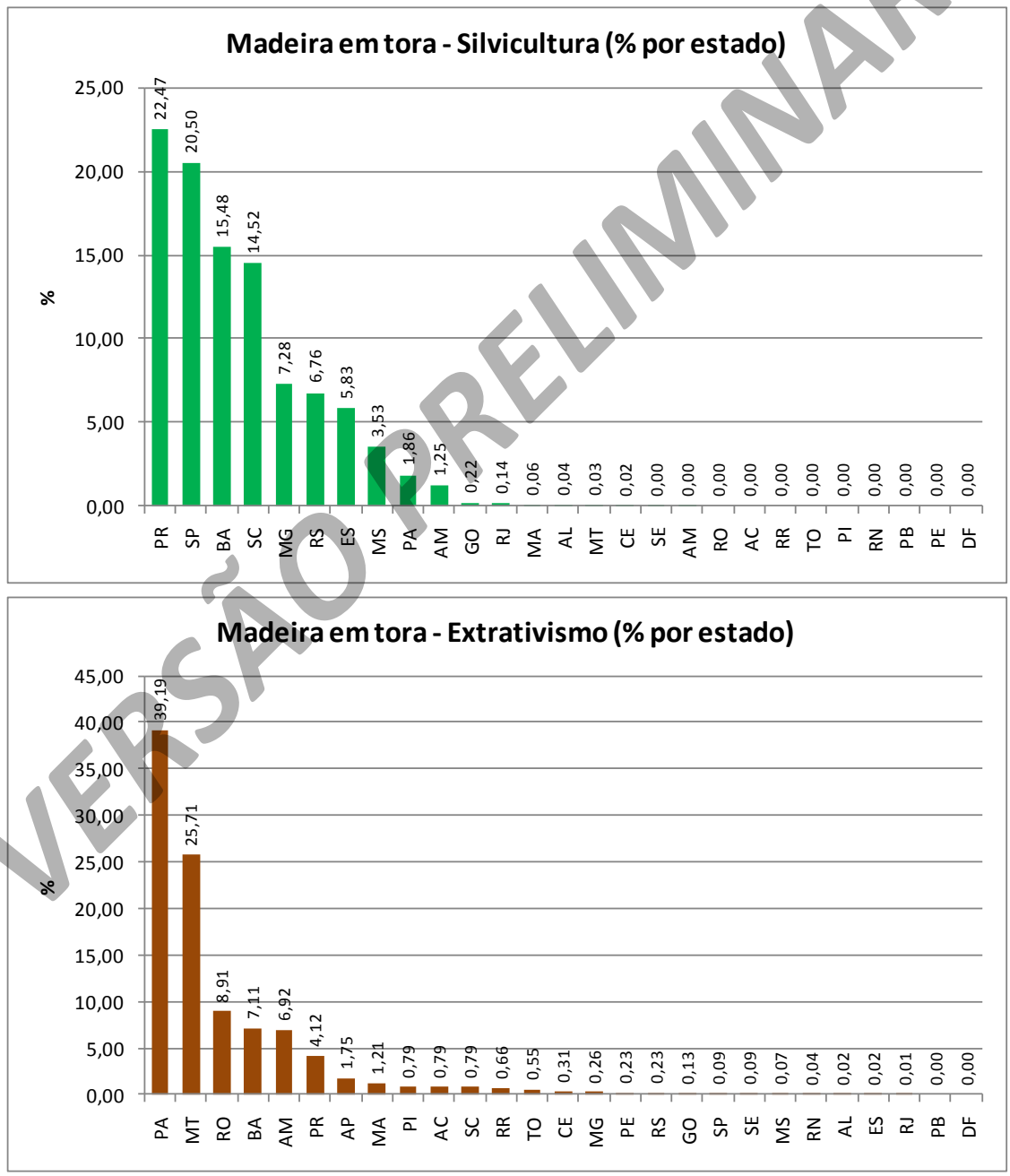


Figura 49 - Produção de Madeira em tora nas atividades de extrativismo e silvicultura (% por estado)
Fonte: IBGE (2009c)

VERSÃO PRELIMINAR

A produção nacional da madeira em tora totalizou 122.159.595 m³, sendo 87,5% proveniente de florestas cultivadas e 12,5% coletada em vegetações nativas. Na silvicultura, a produção de madeira para papel e celulose somou 65.345.680 m³, e a de madeira para outras finalidades (construção civil, movelaria, construção naval, etc.), 41.565.728 m³.

Na produção de madeira de florestas plantadas para fabricação de papel e celulose, os principais produtores em 2009 foram: Bahia com 14.674.553 m³, o que representa 22,4% dos 65.345.680 m³ produzidos no País; São Paulo, com 13.665.914 m³ (20,9%) e Paraná, com 11.083.552 m³ (16,9%). O maior produtor municipal foi Telêmaco Borba-PR, com 3.508.079 m³. Os valores percentuais relativo à produção de madeira e tora destinado a indústrias de papel e celulose são apresentados na Figura 35.

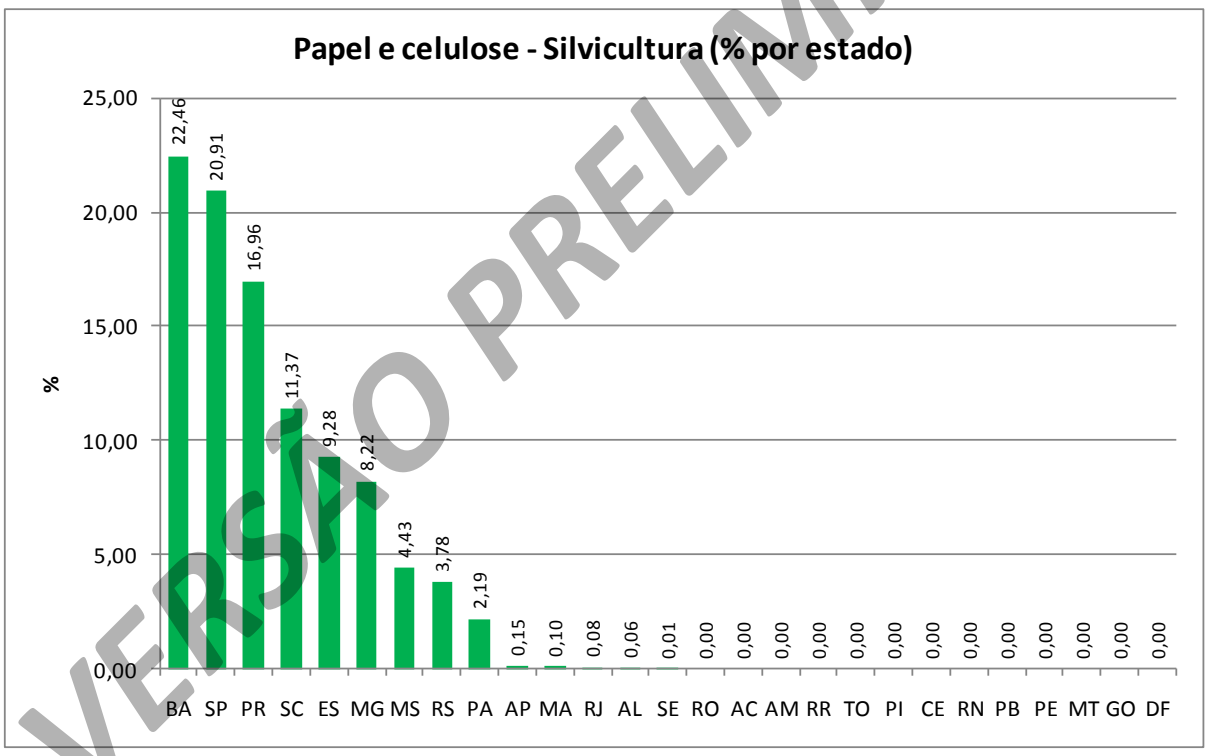


Figura 35 - Produção de madeira em tora para indústrias de papel e celulose na atividade de silvicultura (% por estado). Fonte: IBGE (2009c).

A Figura 36 apresenta os valores percentuais relativo à produção de carvão vegetal oriundo das atividades de silvicultura.

VERSÃO PRELIMINAR

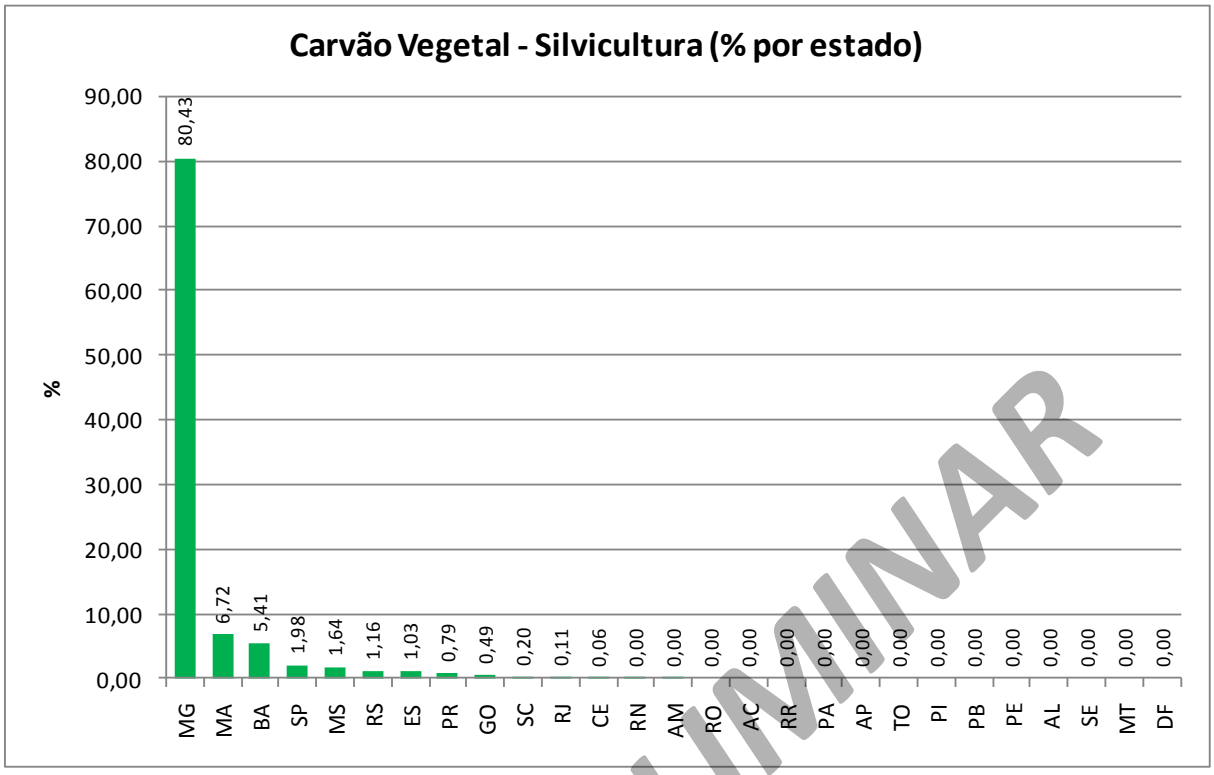


Figura 36 - Produção de carvão vegetal na atividade de silvicultura (% por estado).
Fonte: IBGE (2009c).

VERSÃO PRELIMINAR

Em 2009, os principais produtores de carvão vegetal de florestas cultivadas foram Minas Gerais (80,4% da produção nacional), Maranhão (6,7%), Bahia (5,4%), São Paulo (2,0%) e Mato Grosso do Sul (1,6%). Entre os municípios, o maior produtor foi Lassance-MG (9,0%). Os principais produtores do carvão obtido da extração vegetal foram Maranhão (28,9% da produção nacional), Mato Grosso do Sul (17,7%), Minas Gerais (17,2%), Bahia (8,7%) e Goiás (8,1%). O município com maior produção foi Barra da Corda – MA (4,2%).

2.3.5 Resíduos

Resíduo florestal é todo e qualquer material proveniente da colheita ou processamento da madeira e de outros produtos florestais que permanece sem utilização definida durante o processo, por limitações tecnológicas ou de mercados, sendo descartado durante a produção (NOLASCO, 2000).

2.3.5.1 Especificação do tipo de resíduos, rejeitos ou subprodutos gerados

Os resíduos florestais podem ser classificados quanto à origem em: resíduo de colheita florestal, resíduo do processamento mecânico da madeira, resíduo da produção de celulose e papel, entre outros.

Os resíduos de madeira são classificados em sua composição como resíduos ligno-celulósicos, ou seja, contêm majoritariamente lignina e celulose, os quais têm origem tanto em atividades industriais quanto atividades rurais (TEIXEIRA, 2005). Como exemplos podem ser citados os rejeitos da madeira ou indústria da madeira, considerando móveis usados, restos de madeira de demolições, resíduos do beneficiamento de produtos agrícolas, postes, estacas, dormentes, paletes e embalagens em fim de vida (QUIRINO, 2004). O autor ainda enfatiza que até mesmo no resíduo sólido urbano é encontrada uma porcentagem significativa de resíduos ligno-celulósicos proveniente de utensílios e embalagens em madeira.

Os resíduos ligno-celulósicos geralmente apresentam baixa densidade, elevado teor de umidade e são dispersos geograficamente, encarecendo a coleta e o transporte (QUIRINO, 2004). Estes podem ainda estar associados a outros produtos químicos, como tintas, resinas, vernizes e outros produtos de conservação. Tais compostos podem ser liberados durante a valorização energética. Quando não associados com estes compostos não são tóxicos podendo ser classificado segundo a NBR 10004 (ABNT, 2004), como classe 2B, ou seja, material não inerte e biodegradável, cujo aproveitamento pode ser realizado para diferentes processos industriais.

Os resíduos de madeira são considerados heterogêneos devido às variedades em que se apresentam (como sobras de madeira, com ou sem casca, os galhos grossos e finos, as folhas, os tocos, as raízes, a serrapilheira e a casca), às diversas granulometrias da serragem e às diversas condições de armazenamento.

Segundo Fontes (1994) e IBDF/DPq - LPF (1998) os resíduos de madeira podem ser classificados em três tipos distintos:

a) **Serragem:** resíduo originado da operação de serras, encontrado em todos os tipos de indústria, à exceção das laminadoras, podendo chegar a 12% do volume total de matéria-prima.

b) **Cepilho:** conhecido também por maravalha, resíduo gerado pelas plainas nas instalações de serraria/beneficiamento e beneficiadora (indústrias que adquirem a madeira já transformada e

VERSÃO PRELIMINAR

a processam em componentes para móveis, esquadrias, pisos, forros, etc.), que podem chegar a 20% do volume total de matéria-prima, nas indústrias de beneficiamento.

c) **Lenha ou cavacos:** resíduo de maiores dimensões, gerado em todos os tipos de indústria, composto por costaneiras, aparas, refilos, resíduos de topo de tora, restos de lâminas, que pode chegar a 50% do volume total de matéria-prima nas serrarias e laminadoras (HÜEBLIN, 2001).

O quadro situacional apresentado acima revela que mais do que plantar ou extrair, um melhor aproveitamento dos resíduos nas diferentes fases do processo produtivo podem melhorar o rendimento do setor cujas perdas podem ultrapassar 80% do produto bruto. A modernização tecnológica do setor pode contribuir significativamente neste sentido bem como um uso mais nobre dos resíduos resultantes dos processos.

Segundo Roque e Valença (1998), a indústria de base florestal pode ser dividida, de uma forma geral, de acordo com o produto final obtido que pode ser: lenha, postes, madeira serrada, lâminas de madeira, painéis colados, compensados, aglomerados, chapas duras de fibras, chapas de fibras de média densidade, celulose e papel. Desses produtos, a madeira serrada e os painéis de madeira são alguns insumos da cadeia produtiva madeira e móveis, os quais, por processos de usinagem, geram resíduos sólidos em várias etapas da cadeia.

Gonçalves (2000) classifica os processos de usinagem da madeira em abate, descascamento, desdobro, laminação, produção de partículas e beneficiamento. Cada um desses processos é formado por diversas operações, as quais definem o trabalho de transformação da forma da madeira num determinado processo, como por exemplo, as operações de corte, seja com uma serra de fita na serraria ou com uma seccionadora na indústria de móveis seriados.

Nas indústrias de transformação como celulose e papel, as quais utilizam processo kraft para extração de celulose, os resíduos recebem as denominações técnicas de dregs, grits, além da lama de cal e lodo orgânico da estação de tratamento de efluentes líquidos (BERGAMIN, 1994). No branqueamento da celulose, os resíduos produzidos em maior quantidade são: cinza de caldeira, resíduos de celulose e lama de cal (MORO, 1994). Dentre esses resíduos, a Embrapa Florestas tem destacado atenção para os trabalhos com cinza de caldeira e resíduo celulósico (BELLOTE, 1998).

A Figura 37 estabelece as etapas produtivas junto com os resíduos gerados por cada etapa respectiva na cadeia produtiva da madeira.

VERSÃO PRELIMINAR

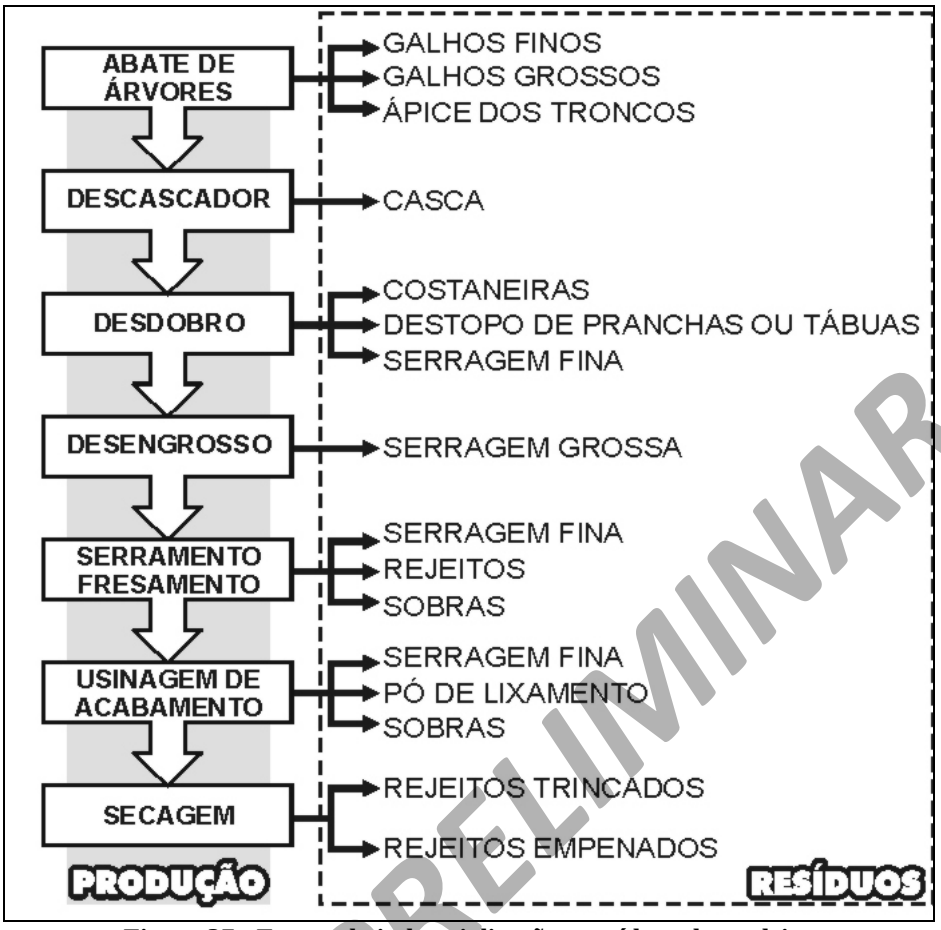
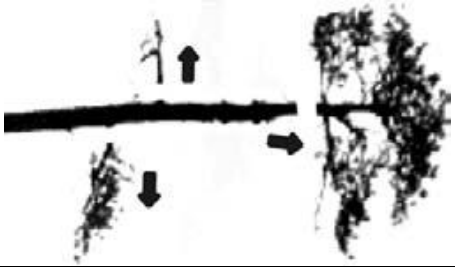
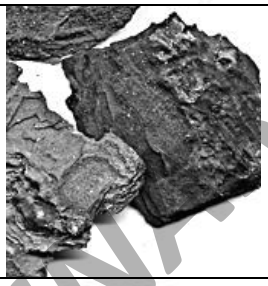
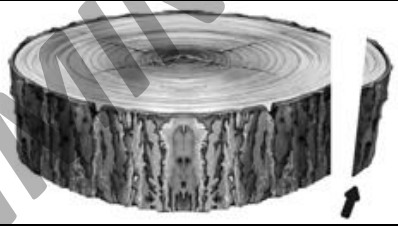
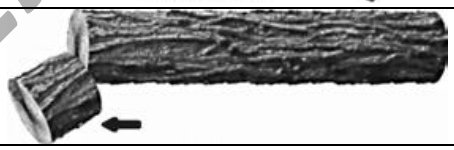
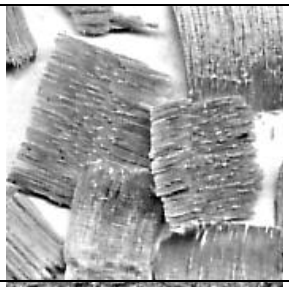
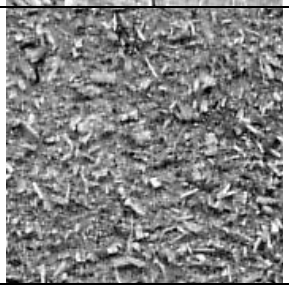


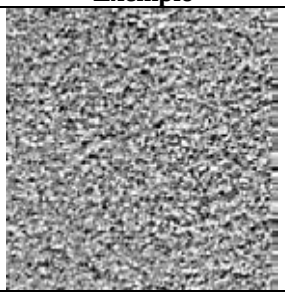
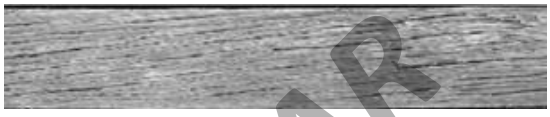
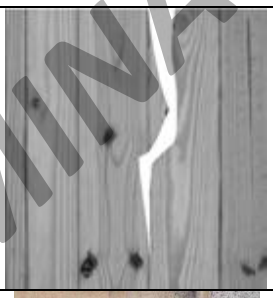
Figura 37 - Etapas da industrialização e resíduos de madeira
Fonte: GONÇALVES E RUFFINO (1989)

Conforme Teixeira (2005), estes resíduos são comumente dispostos em silos expostos ao tempo ou em terrenos nas cercanias do processo produtivo. Este tipo de armazenamento pode levar à degradação do resíduo pelo encharcamento por água de chuva ou degradação por agentes biológicos. O Quadro 2 caracteriza os grupos de resíduos gerados no processo produtivo de indústrias que possuem a madeira como matéria-prima, apresentando os resíduos de forma discretizada, com o uso de ilustrações para entendimento da natureza do resíduo.

VERSÃO PRELIMINAR

Resíduo	Descrição	Exemplo
Ponteiros, galhos e Ápices	Sobras do processo para deixar apenas a árvore livre de partes finas e perpendiculares à parte principal do tronco	
Cascas	Sobra do processo de descasque, quando se retira toda a parte da proteção natural do tronco (casca).	
Costaneiras	Sobra no formato de meia-lua contendo uma parte de madeira e casca não removida, proveniente da redução da tora em peças de seção retangular ou quadrada.	
Destopo (Tocos)	Proveniente do corte das pontas estragadas ou inúteis dos troncos, tábuas ou pranchas.	
Serragem	Proveniente da ação mecânica de serras e máquinas de desbaste da madeira. Para cada tipo de máquina ou de serra há um resíduo peculiar, mas podem-se classificar tais sobras como finas ou grossas, conforme mostradas abaixo:	
Serragem Grossa	Formada de lascas, flocos, maravalha e cavacos. Mantêm uma boa quantidade das fibras do tronco.	
Serragem Fina	Formada por pó de serra de diferentes tamanhos de partícula. Apresenta-se parecida como a farinha de mandioca	

VERSÃO PRELIMINAR

Resíduo	Descrição	Exemplo
Pó de Lixamento	Proveniente do processo de lixamento, na fase de acabamento, de uma peça. Apresenta-se como um pó muito fino cuja partícula varia de acordo com o número de aspereza da lixa.	
Sobras	Peças processadas e acabadas, apresentando boa qualidade técnica e comercial, mas que não foram usadas nos produtos finais.	
Rejeitos	Peças que, ao sofrerem o processamento, ficaram abaixo dos padrões técnicos ou comerciais geralmente por estarem quebrados, empenados, rachados ou trincados.	
Resíduos Celulose / Papel[1]	Dregs, grits, além da lama de cal e lodo orgânico da estação de tratamento de efluentes líquidos, cinza de caldeira, resíduos de celulose e lama de cal	

Quadro 2 - Discriminação dos resíduos de madeira
Fonte: Teixeira (2005), [1] FOELKEL (2007)

VERSÃO PRELIMINAR

Teixeira (2005) explica que a quantidade de resíduos gerados é difícil de ser estabelecida, pois depende de algumas varíaveis como:

- **Espécie da madeira beneficiada**, uma vez que a dureza e cor significam variação dos resíduos quanto a sua apresentação física;
- **Tipo de produto fabricado**. Como exemplo o resíduo do processamento de toras é totalmente diferente do resíduo do processamento de chapas de MDF ou de aglomerado;
- **Tipo de indústria** que irá determinar o tipo de madeira e consequentemente, o tipo de resíduo: indústrias de extração e desdobro, que trabalham apenas com toras geram um tipo de resíduo diferente das indústrias moveleiras, que trabalham principalmente com madeira reconstituída, tal como o MDF e o compensado.

- **Tipo de máquina usada**. Cada máquina produz um resíduo peculiar e diferente dos resíduos de outras máquinas. Também influenciam a variação do tipo de lâminas na mesma máquina e a calibração das máquinas para cada tipo de corte.
- **Da granulometria das partículas**, visto que um tipo de resíduo têm diversas granulometrias;
- **Da ocasião e das circunstâncias**. Há momentos em que são acionadas apenas algumas das etapas de processamento, gerando pouca variação de resíduos e volume variável destes resíduos.

2.3.5.2 Metodologia de Estimativa de Resíduos

Para estimativa do quantitativo de resíduos gerados na cadeia produtiva florestal, considerou-se apenas os resíduos oriundos de produtos madeireiros. A seguir está exemplificado a metodologia empregada nos principais processos do setor florestal. Considerou-se duas etapas da cadeia produtiva da madeira: a colheita e o processamento referente à cadeia de processamento mecânico, cuja estimativa foi realizada a partir dos dados de produção de toras disponibilizada pelo IBGE relativos à Produção da Extração Vegetal e Silvicultura 2009. Nestas duas etapas, correspondentes à produção da madeira, e parte da primeira transformação industrial (na qual ainda fazem parte a indústria de celulose e papel, e siderurgia), foram possíveis quantificar e espacializar os dados em nível estadual.

Em relação aos outros resíduos produzidos no processo de obtenção de produtos como papel e celulose, a quantificação foi realizada a nível nacional, pelo fato de somente existirem dados disponiveís para o Brasil, não sendo discriminados em regiões. Já para a segunda indústria de transformação, não foi possível quantificar pela inexistência de dados de produção, além de que a madeira produzida em determinada região pode ser transportada para beneficiamento em outras regiões do país, cuja localização é um dado que não encontra-se disponível.

A geração de resíduos em cada etapa da cadeia de florestas plantadas é apresentada na Figura 38. São gerados entre 75 a 90 % de resíduos em todo o processo produtivo, sendo que no corte e manejo inicial, este valor é inferior ao de florestas naturais.

VERSÃO PRELIMINAR

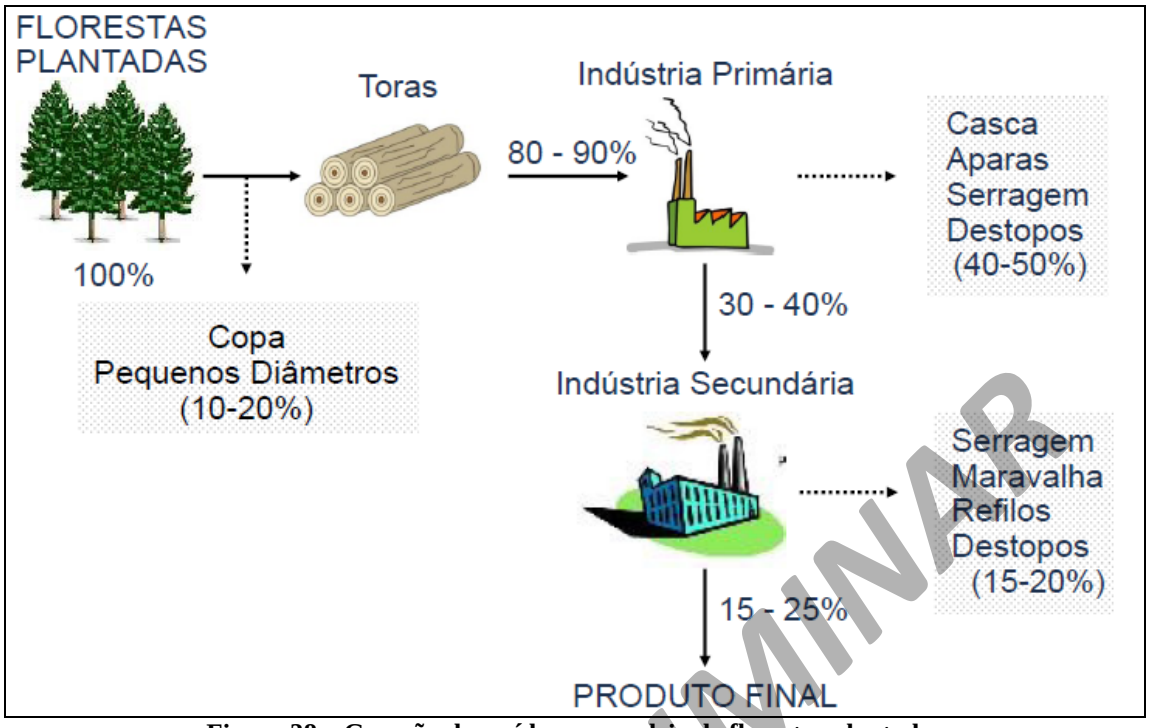


Figura 38 – Geração de resíduos na cadeia de florestas plantadas
Fonte: STCP, 2011

A geração de resíduos em florestas naturais é superior à de florestas plantadas, condição influenciada principalmente na fase de campo, cuja geração é superior a 60%, como apresenta a Figura 39, principalmente pelo fato de não existir um manejo adequado e pelas irregularidades da planta.

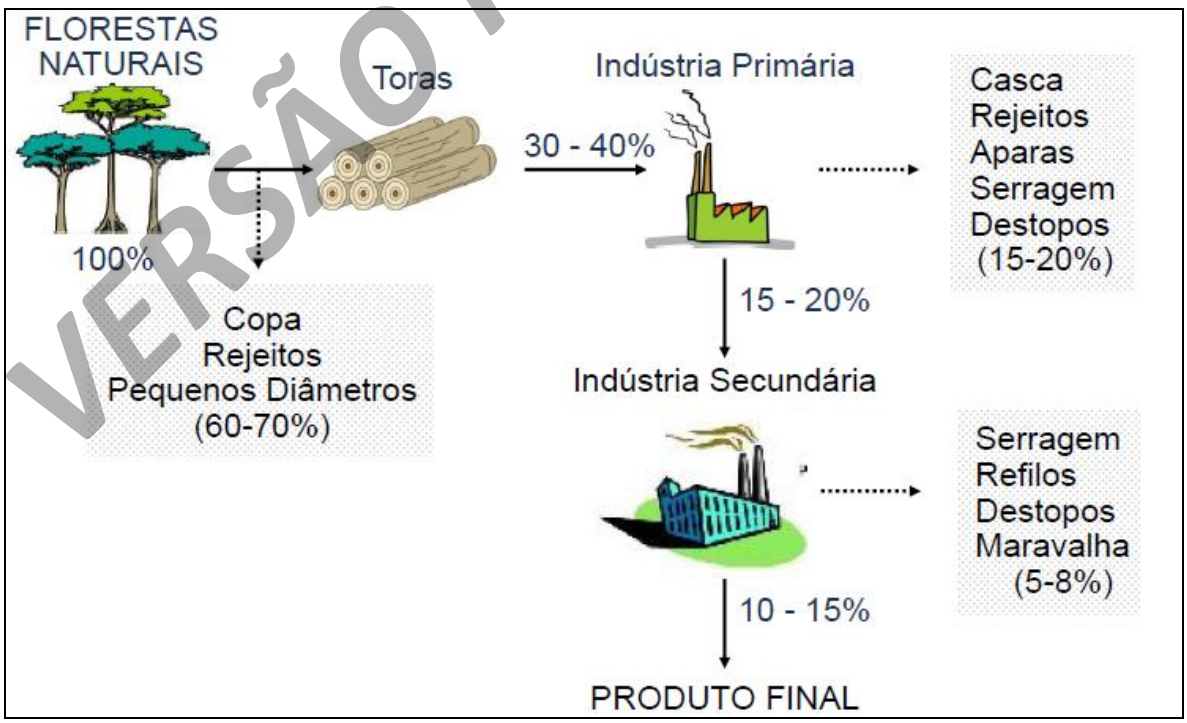


Figura 39 - Geração de resíduos na cadeia de florestas naturais
Fonte: STCP, 2011

VERSÃO PRELIMINAR

2.3.5.2.1 Resíduo de Colheita Florestal

Os resíduos lenhosos representam madeira que foi produzida pela floresta, mas não foi retirada para ser consumida (FOELKEL, 2007). Essa disponibilidade adicional de madeira a partir dos resíduos lenhosos pode ser substancial, sendo que a quantidade pode variar de 10 a 20 % da madeira comercial colhida a partir de florestas plantadas e de 60 a 70% de florestas naturais. Para esse estudo, utilizou-se o valor médio de 15% para cálculo de resíduos gerados no campo de florestas plantadas e 65% para florestas naturais (STCP, 2011). Para cálculo de resíduo florestal no processo de colheita foram utilizados os dados IBGE relativos à Produção da Extração Vegetal e Silvicultura 2009. Considerou-se a soma dos dados de produção em tora de madeira, relativo às atividades de silvicultura e extrativismo vegetal.

2.3.5.2.2 Resíduo do processamento mecânico da madeira

Há uma grande variedade na geração de resíduos e na transformação inicial da tora em matéria-prima que vai desde o tipo de madeira trabalhado até o tipo de produto a ser gerado. Ao se desdobrar uma tora de madeira, a geração de resíduos é inevitável, sendo que o volume e tipos de pedaços e fragmentos gerados são dependentes de vários fatores. Como exemplos desses fatores, destacam-se o diâmetro das toras e o uso final das peças serradas. O trabalho apresentado por STCP (2011), aponta que no processamento mecânico da madeira ocorre uma perda média de 45% para florestas plantadas e 17,5% para florestas naturais, sendo estes valores utilizados para cálculo de geração de resíduos nesta etapa. Foram utilizados os dados IBGE relativos à Produção da Extração Vegetal e Silvicultura 2009. Considerou-se a soma dos dados de produção em tora de madeira, relativo às atividades de silvicultura e extrativismo vegetal, com exceção de dados relativos à lenha e indústria de papel e celulose, as quais não passam pelo mesmo processo.

2.3.5.2.3 Resíduo da produção de Papel e Celulose

As fábricas de papel e celulose geram uma quantidade de resíduos de aproximadamente 48 t de resíduos para cada 100 t de celulose produzida, ou seja, produzem 48% de resíduo em seu processo produtivo (BELOTTE et. al, 1998). Os dados de produção de papel e celulose foram retirados do Relatório Anual referente à produção de papel e celulose realizado pela Associação Brasileira de Celulose e Papel – BRACELPA (2010). Salienta-se

VERSÃO PRELIMINAR

que os dados disponibilizados referem-se apenas ao Brasil, não sendo possível discretizá-los em regiões e estados.

2.3.5.3 Resultados da estimativa do montante de resíduos gerados pelo setor

2.3.5.3.1 Resíduo de Colheita Florestal

Para o resíduo florestal lenhoso gerado na colheita de silvicultura e florestas plantadas foram obtidas as quantidades em cada estado, região e país, cujos resultados são apresentados na Figura 40 e Tabela 76.

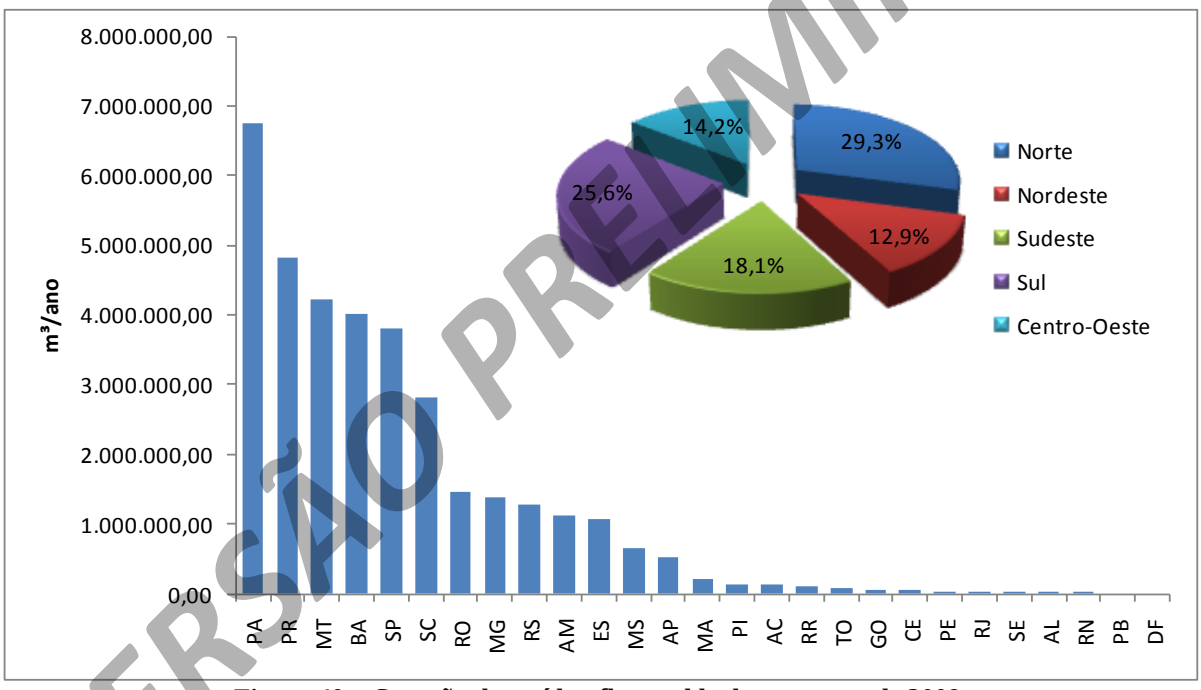


Figura 40 – Geração de resíduo florestal lenhoso no ano de 2009.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 76 – Geração de resíduo florestal lenhoso no ano de 2009.

	Resíduo Colheita (m³/ano)		
	Silvicultura	Extrativismo	Total
Brasil	18.442.217,88	16.353.680,56	34.795.898,44
Norte	572.494,73	9.612.521,49	10.185.016,22
Rondônia	0,00	1.456.532,22	1.456.532,22
Acre	0,00	129.307,04	129.307,04
Amazonas	405,38	1.132.482,78	1.132.888,16
Roraima	0,00	108.247,43	108.247,43
Pará	342.422,16	6.409.226,75	6.751.648,91
Amapá	229.667,19	286.277,06	515.944,25
Tocantins	0,00	90.448,22	90.448,22
Nordeste	2.877.974,13	1.602.994,97	4.480.969,10
Maranhão	11.667,04	198.115,42	209.782,46
Piauí	0,00	129.546,20	129.546,20
Ceará	3.232,13	51.024,19	54.256,32
Rio Grande do Norte	0,00	7.049,54	7.049,54
Paraíba	0,00	0,00	0,00
Pernambuco	0,00	37.357,32	37.357,32
Alagoas	6.811,34	2.547,19	9.358,52
Sergipe	653,78	14.521,65	15.175,43
Bahia	2.855.524,29	1.162.833,46	4.018.357,75
Sudeste	6.222.982,01	61.148,59	6.284.130,59
Minas Gerais	1.342.380,34	42.194,30	1.384.574,63
Espírito Santo	1.074.798,17	2.469,97	1.077.268,13
Rio de Janeiro	25.887,42	1.201,20	27.088,62
São Paulo	3.779.916,08	15.283,13	3.795.199,21
Sul	8.069.875,34	840.438,89	8.910.314,22
Paraná	4.144.837,59	674.212,11	4.819.049,70
Santa Catarina	2.677.905,18	128.897,34	2.806.802,52
Rio Grande do Sul	1.247.132,57	37.329,44	1.284.462,00
Centro-Oeste	698.891,69	4.236.576,63	4.935.468,32
Mato Grosso do Sul	651.376,39	11.029,59	662.405,98
Mato Grosso	6.236,74	4.204.872,46	4.211.109,20
Goiás	41.278,56	20.674,58	61.953,14
Distrito Federal	0,00	0,00	0,00

VERSÃO PRELIMINAR

Em relação às regiões, observa-se que a região norte apresenta a maior representatividade na geração de resíduo oriundo da primeira etapa da cadeia produtiva da madeira, ou seja, a colheita. Isto se deve principalmente ao estado do Pará, que possui uma produção de madeira em tora oriunda do extrativismo vegetal superior aos outros estados, representando cerca de 40% da madeira produzida no extrativismo. Como são gerados mais

resíduos no extrativismo do que na silvicultura na etapa inicial, a região norte desponta com 29,3%, seguida da regiao sul (25,6%) e sudeste (18,1%).

A Figura 41 apresenta a espacialização por estado da produção de resíduo oriundo da etapa de colheita da madeira.

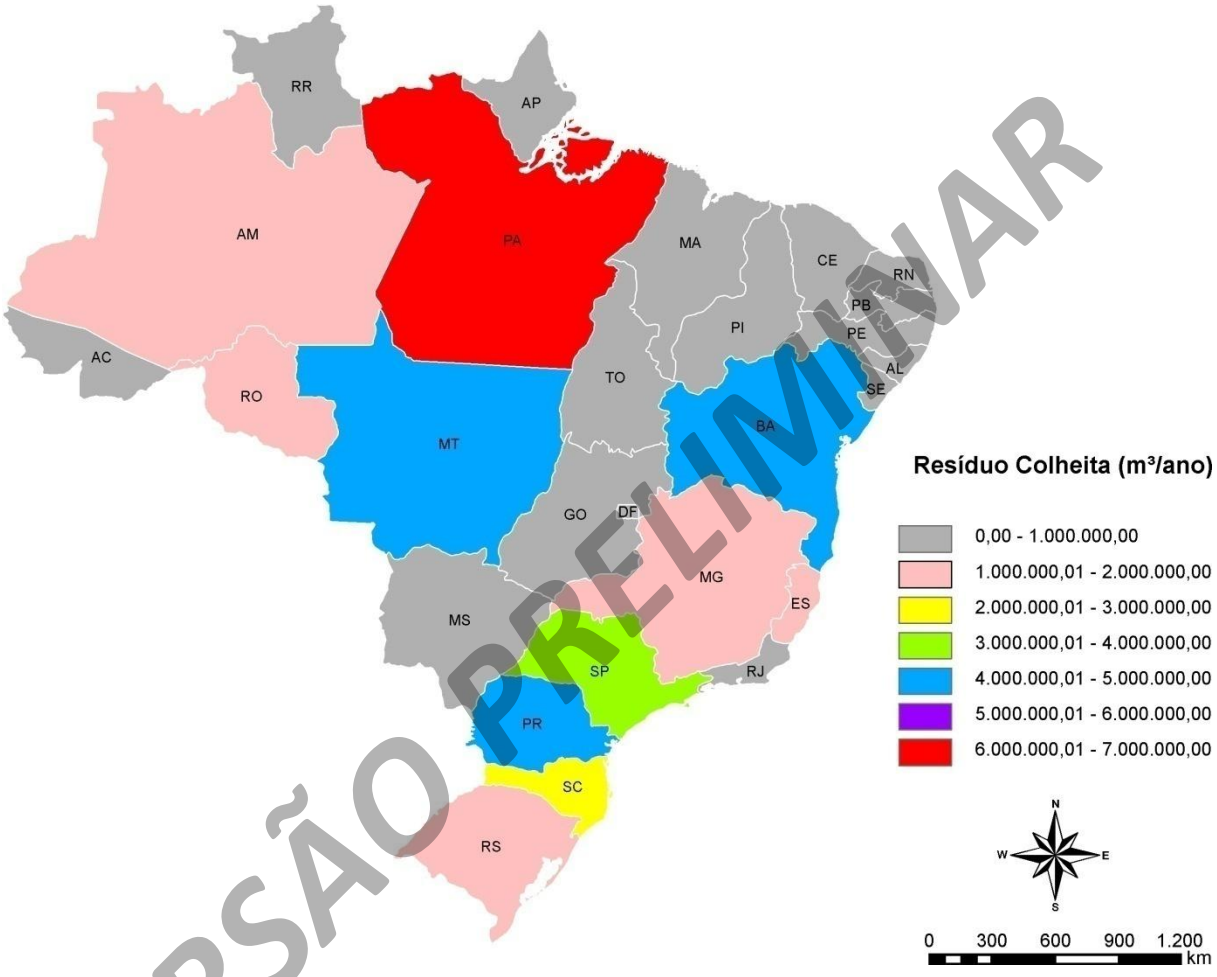


Figura 41 – Espacialização da geração de resíduo de colheita de madeira, ano 2009.

VERSÃO PRELIMINAR

Além do estado do Pará, destacam-se na geração de resíduo do processo de colheita os estados do Paraná, Bahia, Mato Grosso e São Paulo. Conforme FOELKEL (2007) esse material é constituído em sua maior parte pela casca e copa das árvores, apesar de serem também deixadas algumas árvores finas inteiras e toras, desprezadas pelos colhedores de árvores. Esse material que pode permanecer sobre o solo tem funções notáveis na proteção e conservação do mesmo, em sua biologia, riqueza mineral, umidade e contenção dos processos erosivos.

2.3.5.3.2 Resíduo do processamento mecânico da madeira

A geração de resíduo de madeira processada mecanicamente para o Brasil no ano de 2009 foi equivalente a 50.778.566,33 m³, valor correspondente a 45% de perda no processamento das toras, como apresenta a Tabela 77. A região com maior geração de resíduo foi a Sul, apresentando valor de 21.188.983,25 m³ (41,7%), seguida da Sudeste (32%) e Norte (15,3%). Em relação aos estados, como apresenta a Tabela 77 e o gráfico da Figura 42, tem-se que o estado do Paraná possui a maior geração, com valor de 10.922.631,10 m³, seguido dos estados de São Paulo, Bahia, Santa Catarina e Minas Gerais.

Tabela 77 - Geração de resíduo do processamento mecânico da madeira

	Resíduo Processamento Mecânico (m³/ano)		
	Silvicultura	Extrativismo	Total
Brasil	48.110.133,60	2.668.432,73	50.778.566,33
Norte	1.493.464,50	1.568.476,70	3.061.941,20
Rondônia	0,00	237.662,60	237.662,60
Acre	0,00	21.099,05	21.099,05
Amazonas	1.057,50	184.787,40	185.844,90
Roraima	0,00	17.662,75	17.662,75
Pará	893.275,20	1.045.794,58	1.939.069,78
Amapá	599.131,80	46.711,88	645.843,68
Tocantins	0,00	14.758,45	14.758,45
Nordeste	7.507.758,60	261.560,95	7.769.319,55
Maranhão	30.435,75	32.326,53	62.762,28
Piauí	0,00	21.138,08	21.138,08
Ceará	8.431,65	8.325,63	16.757,28
Rio Grande do Norte	0,00	1.150,28	1.150,28
Paraíba	0,00	0,00	0,00
Pernambuco	0,00	6.095,60	6.095,60
Alagoas	17.768,70	415,63	18.184,33
Sergipe	1.705,50	2.369,50	4.075,00
Bahia	7.449.193,80	189.739,73	7.638.933,53
Sudeste	16.233.866,10	9.977,63	16.243.843,73
Minas Gerais	3.501.861,75	6.884,85	3.508.746,60
Espírito Santo	2.803.821,30	403,03	2.804.224,33
Rio de Janeiro	67.532,40	196,00	67.728,40
São Paulo	9.860.650,65	2.493,75	9.863.144,40
Sul	21.051.848,70	137.134,55	21.188.983,25
Paraná	10.812.619,80	110.011,30	10.922.631,10
Santa Catarina	6.985.839,60	21.032,20	7.006.871,80
Rio Grande do Sul	3.253.389,30	6.091,05	3.259.480,35
Centro-Oeste	1.823.195,70	691.282,90	2.514.478,60
Mato Grosso do Sul	1.699.242,75	1.799,70	1.701.042,45
Mato Grosso	16.269,75	686.109,73	702.379,48
Goiás	107.683,20	3.373,48	111.056,68
Distrito Federal	0,00	0,00	0,00

VERSÃO PRELIMINAR

Estes estados com maior representatividade na geração de resíduos abrigam também os pólos produtores de madeira de silvicultura, os quais se concentram principalmente na região sul e sudeste, além de pólos de indústrias de transformação primária e secundária, como movelaria, papel e celulose entre outras.

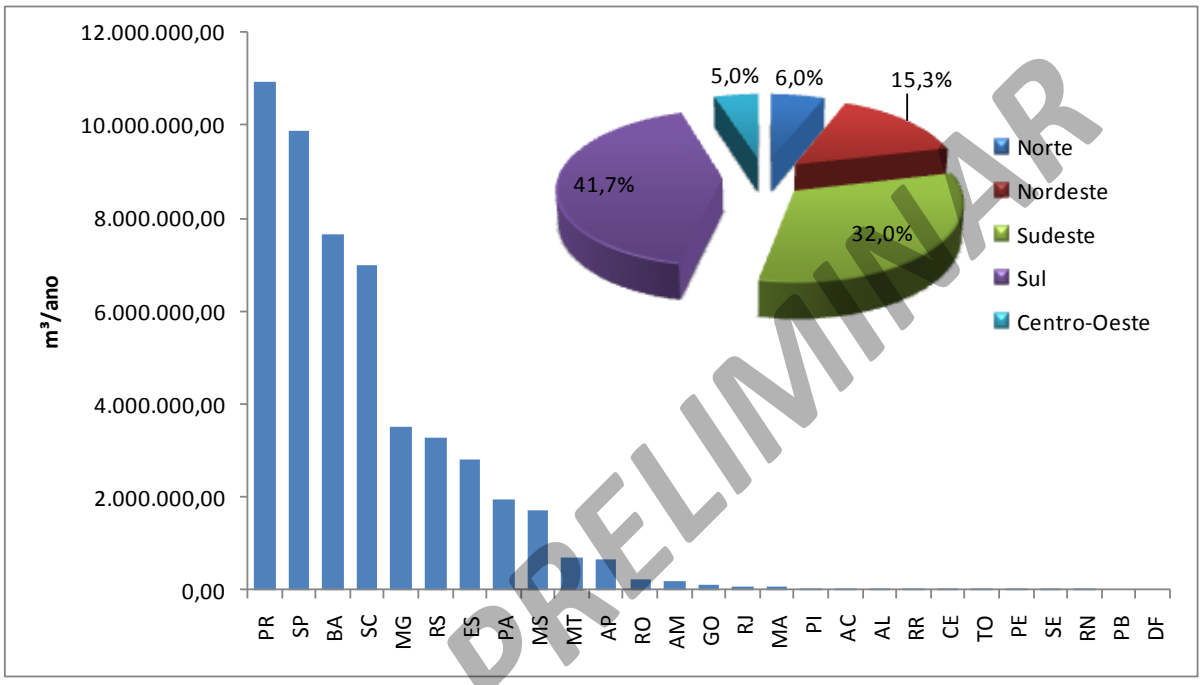


Figura 42 – Estimativa dos resíduos gerados no processamento mecânico da madeira em 2009

A Figura 58 apresenta a espacialização estadual da geração de resíduos de processamento de madeira.

VERSÃO PRELIMINAR

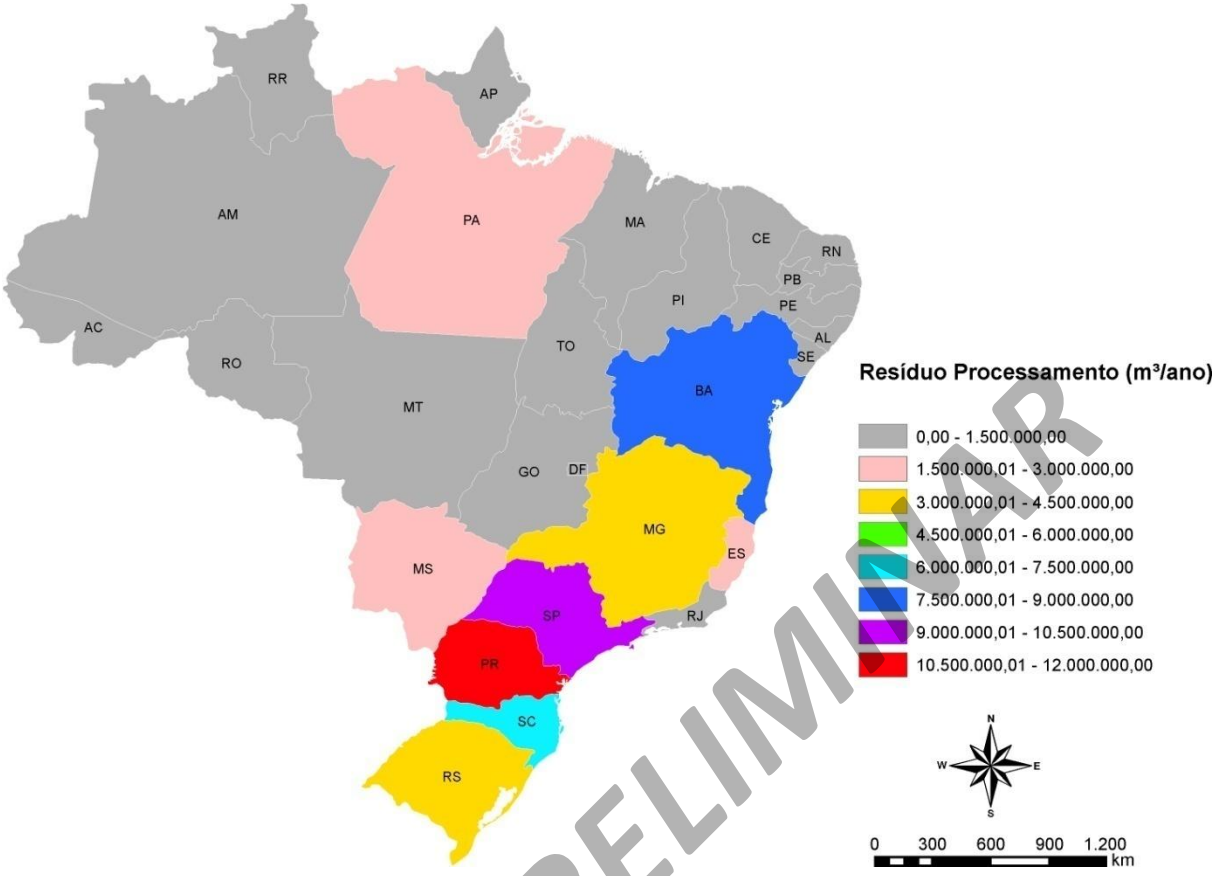


Figura 58 – Espacialização da geração de resíduo de processamento de madeira no ano de 2009.

Boa parte dos resíduos sólidos da cadeia produtiva madeira e móveis é gerada no processamento da madeira serrada. Embora a fração percentual que representam os resíduos varie em função de fatores como processo, máquinas utilizadas e dimensões das toras, tipo de matéria-prima utilizada, produto final obtido, e condições tecnológicas empregadas, ocorre uma significativa perda no desdobro e nos cortes de resserra, que para madeiras de reflorestamento se situam entre 20% e 40% do volume das toras processadas (FINOTTI et al, 2006).

A abundância de matéria-prima em determinadas regiões é outro fator que contribui para o baixo aproveitamento. Por essas razões, os rendimentos obtidos por serrarias no desdobro da madeira variam de uma região para outra e de uma indústria para outra, sendo o diagnóstico fundamental para estabelecer as possibilidades de aproveitamento.

A Tabela 78 apresenta a geração de resíduo da cadeia florestal somando as etapas de colheita e processamento mecânico da madeira.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 78 - Geração de resíduo da cadeia florestal (colheita e processamento mecânico), ano base 2009.

	Resíduo Cadeia Florestal (Colheita e Processamento mecânico)		
	Silvicultura (m³/ano)	Extrativismo (m³/ano)	Total (m³/ano)
Brasil	66.552.351,48	19.022.113,28	85.574.464,76
Norte	2.065.959,23	11.180.998,19	13.246.957,42
Rondônia	0,00	1.694.194,82	1.694.194,82
Acre	0,00	150.406,09	150.406,09
Amazonas	1.462,88	1.317.270,18	1.318.733,06
Roraima	0,00	125.910,18	125.910,18
Pará	1.235.697,36	7.455.021,33	8.690.718,69
Amapá	828.798,99	332.988,94	1.161.787,93
Tocantins	0,00	105.206,67	105.206,67
Nordeste	10.385.732,73	1.864.555,92	12.250.288,65
Maranhão	42.102,79	230.441,94	272.544,73
Piauí	0,00	150.684,28	150.684,28
Ceará	11.663,78	59.349,81	71.013,60
Rio Grande do Norte	0,00	8.199,82	8.199,82
Paraíba	0,00	0,00	0,00
Pernambuco	0,00	43.452,92	43.452,92
Alagoas	24.580,04	2.962,81	27.542,85
Sergipe	2.359,28	16.891,15	19.250,43
Bahia	10.304.718,09	1.352.573,18	11.657.291,27
Sudeste	22.456.848,11	71.126,21	22.527.974,32
Minas Gerais	4.844.242,09	49.079,15	4.893.321,23
Espírito Santo	3.878.619,47	2.872,99	3.881.492,46
Rio de Janeiro	93.419,82	1.397,20	94.817,02
São Paulo	13.640.566,73	17.776,88	13.658.343,61
Sul	29.121.724,04	977.573,44	30.099.297,47
Paraná	14.957.457,39	784.223,41	15.741.680,80
Santa Catarina	9.663.744,78	149.929,54	9.813.674,32
Rio Grande do Sul	4.500.521,87	43.420,49	4.543.942,35
Centro-Oeste	2.522.087,39	4.927.859,53	7.449.946,92
Mato Grosso do Sul	2.350.619,14	12.829,29	2.363.448,43
Mato Grosso	22.506,49	4.890.982,18	4.913.488,67
Goiás	148.961,76	24.048,06	173.009,82
Distrito Federal	0,00	0,00	0,00

VERSÃO PRELIMINAR

A Figura 59 apresenta o percentual relativo à geração de resíduos da cadeia florestal (colheita e processamento mecânico), enquanto a Figura 43 mostra os dados espacializados em mapa.

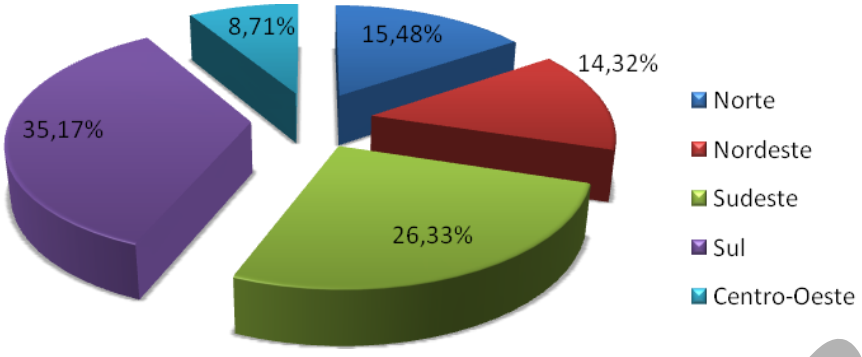


Figura 59 – Representatividade das regiões na geração de resíduos florestais, ano base 2009.

VERSÃO PRELIMINAR

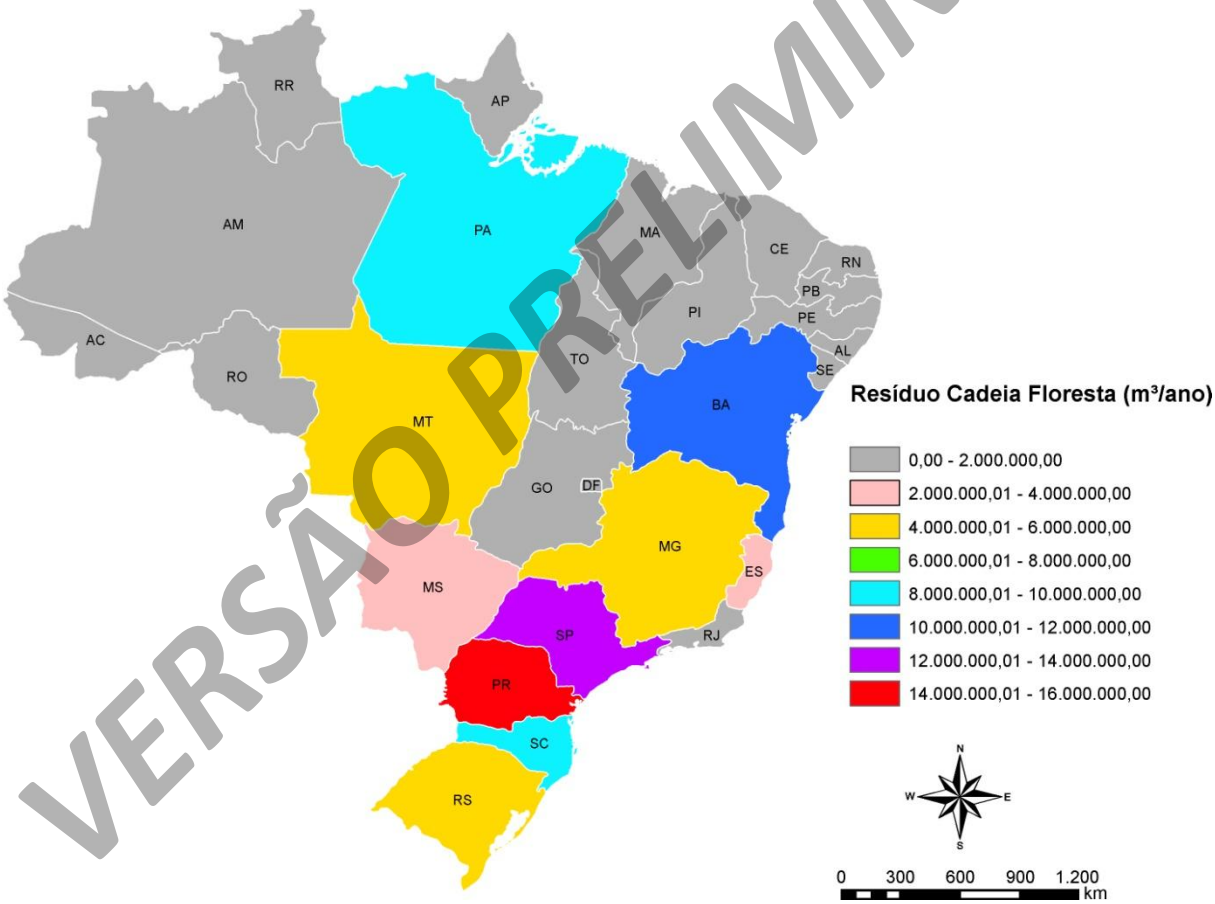


Figura 430 – Espacialização da geração de resíduos florestais (colheita e processamento mecânico da madeira) no ano de 2009.

A geração de resíduo da cadeia florestal para o Brasil no ano de 2009 foi equivalente a 85.574.464,76 m³. A região com maior geração de resíduo foi a Sul, apresentando valor de 30.099.297,47 m³ (35,17%), seguida da Sudeste (26,33%) e Norte (15,48%). Em relação aos

estados, como apresenta a Figura 430, tem-se que o estado do Paraná possui a maior geração, com valor de 15.741.680,80 m³, seguido dos estados de São Paulo, Bahia, Santa Catarina, Minas Gerais e Pará.

2.3.5.3.3 Resíduo da produção de Papel e Celulose

Em 2010, foram produzidas no Brasil, 22.743.000 toneladas de papel e celulose. Dessa forma, a geração de resíduo das indústrias de papel e celulose no ano de 2010 foi estimada em 10.916.640 toneladas em todo o Brasil. A produção de celulose gera vários tipos de resíduos orgânicos e inorgânicos. O preparo de madeira dá origem às cascas, enquanto o tratamento de águas residuárias gera lodo com fibras, lodo biológico e uma fração inorgânica removida na decantação primária. Parte da fração orgânica, como cascas e demais resíduos da madeira (finos) pode ser utilizada para recuperação de energia por meio da queima em caldeiras.

2.3.5.4 Considerações sobre os resultados

Os dados apresentados como montantes de resíduos em cada item necessitam de refinamento, com informações mais precisas da produção por estado e região, possibilitando uma melhor quantificação e espacialização dos resíduos gerados. Atualmente, as informações existentes possibilitam apenas uma estimativa grosseira da quantidade de resíduos do setor florestal. A complexidade do setor e a ausência de informações, decorrente dos poucos estudos realizados até então, dificultam o diagnóstico mais preciso da real quantidade de resíduos oriundo da silvicultura.

Ressalta-se também que nestes valores não estão contabilizados a madeira que é extraída em determinados locais e processada em outra região. Devido a estas incertezas, a quantificação associada ao processamento é imprecisa, assim como a geração relacionada a outros segmentos das indústrias de processamento primário e secundário. O levantamento da quantidade de produtos processados por estas indústrias em uma base de dados regionais, possibilitará uma estimativa mais precisa da geração de resíduos no setor.

2.3.6 Índices de Geração na Cadeia Produtiva da Madeira

Lâminas de madeira e compensados

VERSÃO PRELIMINAR

Este seguimento é composto pelas empresas de laminação de madeira e fábrica de compensados. Segundo a *Food and Agriculture Organization* (FAO) (1975), para a fabricação de 1 m³ de lâminas são necessários 1,9 m³ de toras de madeira, perfazendo um aproveitamento de 52,6%. Para cada m³ de compensado, considerando toda a cadeia produtiva desse segmento industrial, necessitam-se de 2,3 m³ de toras de madeira, o que resulta num aproveitamento de 43,5%.

Serrarias

As empresas de serrarias geram um grande volume de resíduos de madeira, considerando desde a tora no pátio da empresa até pranchas serradas, compensados ou laminados, estimado entre 60 e 68% do volume de madeira bruta processada (ARIMA, et al, 1999). A geração de resíduos depende de fatores de processo, além de que a abundância de matéria-prima em determinadas regiões contribui para o baixo aproveitamento. Neste sentido, a utilização de serras adequadas podem auxiliar na minimização da geração de resíduo proveniente do processo.

Indústria Moveleira

Segundo Moraes (2002), a indústria de móveis pode ser segmentada em função da matéria-prima que utiliza ou do uso final dos móveis que produz. Como existem diferentes tipos de matérias-primas à base de madeira utilizadas na fabricação de diferentes tipos de móveis, as empresas moveleiras apresentam diferentes características e produzem diferentes resíduos de madeira e de seus derivados. Em geral, esses resíduos se apresentam na forma de serragem e de retalhos e seu aproveitamento tem sido principalmente para geração de energia.

No levantamento de Hillig et al. (2004), para o estado do Rio Grande do Sul, em quatro municípios da Serra, verificou-se que o tipo de matéria-prima é muito variável, podendo ser de madeira, MDF ou aglomerado. No caso da madeira, o aproveitamento fica em torno de 66,5%, sendo que para os outros tipos de material (MDF, aglomerado e compensado), o aproveitamento fica em torno de 94%. Em termos globais, a produção com MDF e aglomerado representa 78,4% de toda a matéria-prima utilizada.

A quantidade de resíduos também foi definido por Hillig et al. (2004) através de pesquisa de campo e varáveis de produção, sendo que o levantamento corresponde a aproximadamente 30% do setor. Os valores são apresentados na Tabela 79.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 79 - Quantidades de resíduos de madeira e derivados gerados nas empresas visitadas

Município	N[1]	Serragem[2]	Maravalhas[2]	Retalhos[2]
Bento Gonçalves	27	2.558,2	131,5	2.444,6
Caxias do Sul	35	485,9	159,2	191,2
Flores da Cunha	14	2.619,5	3.935,6	599,5
Lagoa Vermelha	18	495	851	213,5
Total	94	6.158,6	5.077,3	3.448,8

[1] Empresas visitadas
[2] Quantidade de resíduos gerada, dados em volume a granel.

Fonte: Hillig et al. (2004)

A Tabela 80 apresenta as estimativas de resíduos gerados por cada classe de matéria-prima, nos quatro municípios visitados.

Tabela 80 – Estimativa dos volumes mensais dos resíduos gerados por classe de matéria-prima e por município nas empresas visitadas

Município	Madeira			MDF			Aglomerado		Compensado	
	S(m³)	M (m³)	R (m³)	S(m³)	M (m³)	R(m³)	S(m³)	R(m³)	S(m³)	R(m³)
Bento Gonçalves	771	93	736	297	38	283	1472	1407	19	18
Caxias do Sul	392	156	154	9	3	4	6	2	78	31
Flores da Cunha	2022	3385	463	311	551	71	277	63	10	2
Lagoa Vermelha	58	170	25	232	681	100	203	87	2	1
Média	810,75	951	344,5	212,25	318,25	114,5	489,5	389,75	27,25	13
Totais	3243	3804	1378	849	1273	458	1958	1559	109	52

Legenda: S = volume a granel de serragem gerada; M = Volume a granel de maravalha gerada; R = volume a granel de retalhos gerados.

Fonte: Hillig et al. (2004)

Identifica-se nos dados apresentados que a geração da quantidade de resíduo e o tipo é variável em cada município estudado. Esta disparidade dificulta a elaboração de um índice de geração para o Brasil, ou mesmo regiões, em razão principalmente da heterogeneidade de tamanhos das indústrias, ferramentas e equipamentos utilizados no processo, localização e produto final gerado.

2.3.7 Atuais formas de destinação e possíveis utilizações dos resíduos de madeira

Apesar da lenta mudança na concepção quanto à destinação do resíduo gerado em processos produtivos que se utilizam de madeira, ainda há em muitos lugares, o descarte inadequado desses resíduos, deixando de aproveitá-los economicamente. Muitos desses resíduos são queimados a céu aberto, ainda nos pátios de empresas, ou depositados em locais inadequados, sendo comum encontrá-los em margens de rios e lagos. Ainda encontra-se a

VERSÃO PRELIMINAR

disposição inadequada nos chamados lixões, ou aterros clandestinos, juntamente com outros materiais oriundos, por exemplo, da construção civil.

O tratamento e destinação inadequados dados aos resíduos, conforme exemplos citados anteriormente, transformam-se em um grave problema ambiental. Especialmente em algumas indústrias de processamento primário de madeira, como algumas serrarias, laminadoras e indústrias de processamento secundário como a moveleira e construção civil, a falta de conhecimento ou mesmo condições financeiras desfavoráveis, impelem estas empresas à queima de seus resíduos ao ar livre, ou descarte em áreas inadequadas. O processo de queima, quando não ocorre combustão completa torna-se uma fonte de poluição, causando problema de saúde pública e ambiental. Conforme o artigo 47 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), tais formas de destinação citadas anteriormente, como lançamento em recursos hídricos, in natura a céu aberto, ou queima a céu aberto ou mesmo em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados estão expressamente proibidas.

Esta visão de descarte é consequência da inexistência de planejamento e gerenciamento dos resíduos. O resíduo da madeira possui tradicionalmente dois fins principais: a utilização do material para produção de energia elétrica e térmica, e o uso em granjas como forragem de piso, por exemplo, para cama de aviários. O Quadro 3 apresenta outras utilidades como a indústria de madeira reconstituída e adubação. Entretanto, Lunardi (2004, apud TEIXEIRA, 2005) explica que as indústrias de madeira reconstituída têm preferência por insumos virgens, os quais podem vir de florestas nativas ou plantadas.

VERSÃO PRELIMINAR

USO	RESÍDUO	DESCRIÇÃO
ADUBO	Serragem em geral e madeira sólida picada.	Usada *in natura* ou após etapas de compostagem para proteção do solo e como adubo. Inclui a cama de aviário usada.
CAMA DE AVIÁRIO	Serragem em geral	Serragem macia para contato com animais. Após o uso, a serragem suja com dejeto pode ser usada como adubo.
CARVÃO E COMBUSTÍVEIS	Pontas, tocos, sobras, rejeitos, costaneiras, cascas e galhos.	Processos industriais para produção de carvão, álcool, metanol e gás combustível;
ENERGIA ELÉTRICA	Pontas, tocos, sobras, rejeitos, costaneiras, cascas e galhos. Briquetes de serragem prensada.	Usado como lenha em usinas termoelétricas para obtenção de energia elétrica. Há o problema da emissão de poluentes na atmosfera.
ENERGIA TÉRMICA	Pontas, tocos, sobras, rejeitos, costaneiras, cascas e galhos. Briquetes de serragem prensada.	Queima para obtenção de calor. Usado em fornos de padarias, pizzarias, olarias e em caldeiras industriais. Há o problema da emissão de poluentes na atmosfera.
EXTRAÇÃO DE ÓLEOS E RESINAS	Serragem em geral	Extração industrial de óleos e resinas para uso como combustível, resinas plásticas, colas e essências.
MADEIRA RECONSTITUÍDA	Serragem em geral	Na fabricação de chapas de madeira reconstituída.
LENHA	Pontas, tocos, sobras, rejeitos, costaneiras, cascas e galhos	A utilização da lenha tem larga tradição no Brasil, porém nos últimos anos vem sendo diminuída devido a popularização do gás de cozinha.

Quadro 3 - Uso tradicional dos resíduos de madeira
Fonte: TEIXEIRA (2005)

VERSÃO PRELIMINAR

Além dos usos apresentados no Quadro 3, a Revista da Madeira (2003) apresenta outras finalidades comumente empregadas para os resíduos de madeira, os quais são:

Produção de Painéis Reconstituídos: Fabricados através da utilização de partículas de madeira, aglutinadas por meio de uma resina e posterior prensagem. Podem ser utilizados resíduos de fábricas de móveis, serrarias e exploração florestal. É uma tecnologia desenvolvida logo após a segunda guerra mundial, motivada pela falta de madeira serrada. Dos principais painéis existentes no mercado, citam-se:

- **Aglomerado:** painel de partículas de madeira de eucalipto ou pinus impregnados com resinas sintéticas submetidas ao calor e pressão. Disponível nos revestimentos em BP (Baixa Pressão) e em lâmina celulósica FF (Finish Foil), os painéis de aglomerado oferecem versatilidade de cores, diversos padrões decorativos e excelente desempenho físico-mecânico.

- **MDF:** chapa plana de média densidade produzida a partir de fibras de madeira. As fibras aglutinadas com resina sintética são submetidas à alta temperatura e pressão.

- OSB: painel de madeira com uma liga de resina sintética, feita de três camadas prensadas com tiras de madeira ou “strands”, alinhados em escamas (REVISTA REFERÊNCIA, 2009).

Os painéis reconstituídos, como MDF, aglomerados de madeira surgem como alternativa ao uso de madeiras maciças, que entraram em regime de restrição na metade do século passado por esgotamento ou limitações ambientais. A produção do MDF permite a utilização de resíduos resultantes do processamento mecânico de toras em serrarias e laminadoras, que não são passíveis de aproveitamento na fabricação do OSB, painel de fibra de madeira de alta resistência (REVISTA REFERÊNCIA, 2009).

Produção de Briquetes: Processo de compactação de resíduos, diminuindo o volume e aumentando densidade e poder calorífico. Utiliza resíduos resultantes do processo de beneficiamento da madeira e requer uma umidade ideal em torno de 15%. A facilidade de armazenamento, aliada ao significante aumento das propriedades de queima, torna-o uma importante forma de utilização dos resíduos sólidos madeiráveis.

Conforme Teixeira (2003), o uso de resíduos na forma de briquetes (serragem prensada em pequenos blocos cilíndricos), como fonte de energia, tem sido descrito como uma boa saída de produção de energia que preserva o meio ambiente, ao usar os resíduos na substituição a madeira comum, principalmente a madeira nativa. Ao mesmo tempo, há uma grande demanda pela serragem como cama de aviário, assim como os resíduos de madeira sólida como lenha. Esses usos, no entanto, não oferecem alternativa ao material a não ser seu desaparecimento durante os processos de queima ou de biodegradação, quebrando e impedindo o ciclo fechado de circulação de recursos proposto pela Ecologia Industrial, visto que os demais usos utilizam um volume muito pequeno de resíduos (TEIXEIRA, 2005).

Artesanato: A produção de peças para artesanato pode atingir dimensões industriais, tendo em vista que a indústria madeireira possui um elevado percentual de desperdício de matéria prima. A madeira se adapta bem a atividade artesanal, por ser um material fácil de ser trabalhado, colado, pregado e encaixado, além de permitir acabamentos com ceras, vernizes e lacas.

VERSÃO PRELIMINAR

Produção de Papel: Restos de madeira podem ser utilizados na fabricação de pasta de papel. Porém esse processo é pouco utilizado no Brasil, devido à facilidade de obtenção de matéria prima.

Pó/Farinha de Madeira: Obtida através da moagem dos resíduos de madeira, servem de matéria prima para empresas fabricantes de plásticos, fundição, explosivos e calçados.

Ocorre ainda, nas empresas madeireiras, a recuperação e aproveitamento de peças de madeira que durante o processamento sofreram algum tipo de avaria, pela técnica denominada *fingerjoints*. Esta técnica consiste em unir peças de madeira através de uma articulação feita por corte de madeira e um conjunto de cortes retangulares complementares, entre duas peças, colando-os. Esta técnica possibilita um aproveitamento maior de peças que seriam transformados em resíduos, aplicando outras utilidades como geração de painéis e até mesmo móveis de menor qualidade.

Segundo QUIRINO (2004), o gerenciamento do resíduo de madeira pode ser abordado sob a ótica de três aspectos:

- **Eliminação:** Ação de se desfazer de um resíduo sem tirar nenhum proveito, como por exemplo, a incineração sem recuperação de energia.
- **Recuperação:** ato de aproveitar total ou parcialmente um resíduo, através de processos adequados, reduzindo assim o volume destinado à eliminação.
- **Valorização:** está ligada a alguma ação de desenvolvimento de processo tecnológico, podendo ocorrer através de diversas maneiras, como reciclagem, reutilização, regeneração.

Deve-se ainda considerar neste gerenciamento a minimização da geração do resíduo, quando o mesmo não pode ser eliminado, como apresenta o fluxograma da Figura 441. A minimização pode ocorrer com a troca de equipamentos e melhorias no processo.

Figura 44 – Aspectos a considerar no gerenciamento de resíduos.

VERSÃO PRELIMINAR

Quirino (2004) apresenta duas maneiras de valorizar o resíduo de madeira as quais são a valorização energética, quando o destino do resíduo é o aproveitamento da biomassa como fonte de energia, e a valorização da matéria, quando a biomassa do resíduo é aproveitada como matéria prima para fabricação de outros materiais. A Figura 45 apresenta a utilização dos resíduos de madeira conforme o tipo de valorização aplicado.

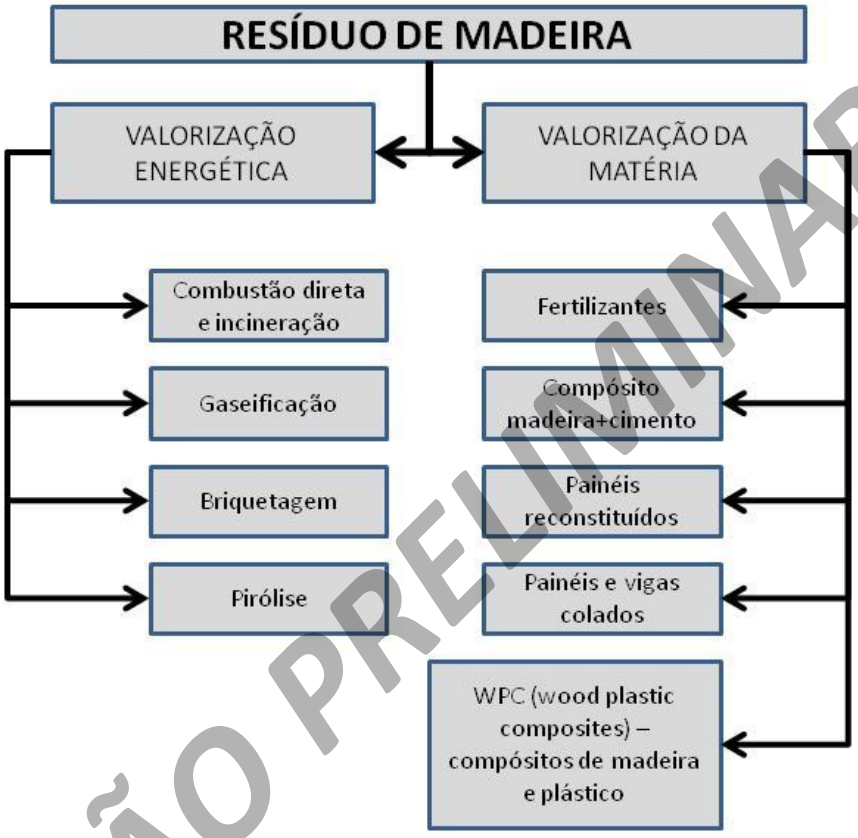


Figura 452 - Maneiras de valorização do resíduo de madeira
Fonte: Adaptado de Teixeira (2005)

O uso da biomassa da madeira como combustível pode ocorrer de 4 formas distintas: queima direta pelo processo da combustão de sólidos, gaseificação do resíduo no processo de co-geração, pirólise da madeira e briquetagem. O processo de queima deve garantir a combustão total para garantir a ausência de compostos indesejáveis nos gases de exaustão e uma boa eficiência. O processo de gaseificação é um processo de queima controlada com deficiência de oxigênio, porém com temperatura alta o suficiente para limitar a produção de condensáveis e alcatrão. Este processo apresenta vantagens como baixo custo, baixo teores de cinzas e enxofre, além de não causar aumento de CO_2 na atmosfera (FINOTTI et, al, 2004).

A pirólise da biomassa consiste na degradação térmica em ausência total ou quase total de agente oxidante a temperaturas que variam de 500 a 1000 °C, havendo transformação em outro combustível sólido, líquido ou gasoso. Já a briquetagem consiste na aglomeração de

VERSÃO PRELIMINAR

partículas finas por meio de pressão, com auxílio ou não de um aglutinante, permitindo a obtenção de um produto não só compactado, porém com forma, tamanho e parâmetros mecânicos adequados (CARVALHO e BRINCK, 2004). A briquetagem entra como valoração energética pelo fato dos briquetes apresentarem elevado poder calorífico e serem utilizados atualmente para geração de energia.

2.3.8 Geração de energia

Conforme Quirino (2004), a utilização energética dos resíduos florestais pode se dar através da:

- queima direta, em caldeiras, como lenha ou resíduo, gerando calor ou vapor de processo.
- queima direta em termelétrica para produção e comércio de energia elétrica;
- queima direta em queimadores de partículas como ocorre na indústria de cerâmica vermelha
- compactação de resíduos, transformando-os em briquetes para posterior utilização como lenha, em todos os processos que tradicionalmente já utilizam lenha sejam padarias, pizzarias, caldeiras em geral;
- produção de carvão utilizado comumente para carbonização de lenha;
- carbonização dos resíduos sob a forma de partículas;
- produção de carvão ativo, a partir de finos de carvão ou de finos de madeira, através de ativação física ou química.

A ABIMCI (Associação Brasileira de Indústrias de Madeira Processada Mecanicamente) apresenta exemplos de indústrias onde se verificou que se o material descartado fosse aproveitado, poder-se-ia gerar o equivalente a 85% da energia necessária para o funcionamento dos tanques de cozimento. Com a aquisição de equipamentos adequados, o aproveitamento dos resíduos gerados passou a ser total, reduzindo a biomassa para apenas 15% (ABIMCI, *sem data*).

O cálculo do potencial teórico para geração de energia leva em conta um sistema convencional de turbina a vapor (ciclo Rankine) com dois rendimentos: 15% (pequeno porte) e 30% (médio porte), conforme metodologia apresentada por CENBIO (2008).

Os dados resultantes da geração de resíduos, obtidos a partir das informações do IBGE, são fornecidos em m³ de madeira em tora, sendo necessário converter esses valores para tonelada. Utilizou-se o fator de conversão de 0,45, valor considerando pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2002), como sendo a densidade média do eucalipto no

VERSÃO PRELIMINAR

Brasil. Considerou-se para o cálculo, os dados de resíduos gerados nas etapas de colheita e processamento mecânico de madeira. Salienta-se que devido à imprecisão nas estimativas de geração, os resultados referentes à produção de energia podem também se apresentam imprecisos.

Levaram-se em conta apenas os resíduos gerados na fase de processamento, e colheita. Considerou-se o Poder Calorífico (PCI) do resíduo como 2.000 kcal/kg (ANEEL, 2002) e a conversão de kcal/kg para kWh/kg é dada pela divisão por 860. O cálculo do potencial teórico para geração de energia leva em conta um sistema convencional de turbina a vapor (ciclo Rankine) com dois rendimentos: 15% (pequeno porte) e 30% (médio porte).

O cálculo do potencial a partir desse resíduo foi efetuado pelas equações 13 e 14:

Cenário 1 – Para os potenciais maiores que 200 kW/ano e menores que 10 MW/ano, foi considerada a utilização de equipamentos com eficiência (n) = 15%.

$$Potencial\,(MW) = \frac{[(t\ madeira \times 0{,}5) \times PCI \times 0{,}15]}{(860 \times 8.322)}$$

Equação 13

Cenário 2 – Para os potenciais maiores que 10 MW/ano, foi considerada a utilização de equipamentos com eficiência (n) = 30%.

$$Potencial\,(MW) = \frac{[(t\ madeira \times 0{,}5) \times PCI \times 0{,}30]}{(860 \times 8.322)}$$

Equação 14

Considera-se, em ambos os cenários, que o sistema opere o ano todo com os resíduos gerados e que a operação ocorra em 95% das horas anuais, o que resulta em 8.322 horas de operação/ano.

A Tabela 81 apresenta a estimativa de geração de energia a partir dos resíduos gerados nas etapas quantificadas do setor florestal, enquanto a Figura 46 exemplifica de forma gráfica os dados obtidos.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 81 – Potencial de geração de energia a partir de resíduos madeireiros, ano base 2009.

	Potencial (MW)		
	Resíduos de Colheita	**Resíduos de Processamento**	**Total**
Brasil	**650,03**	**954,41**	**1604,44**
Norte	**189,03**	**57,25**	**246,28**
Rondônia	27,47	4,48	31,96
Acre	1,22	0,20	1,42
Amazonas	21,37	3,51	24,88
Roraima	1,02	0,17	1,19
Pará	127,36	36,58	163,93
Amapá	9,73	12,18	21,91
Tocantins	0,85	0,14	0,99
Nordeste	**82,14**	**145,32**	**227,46**
Maranhão	3,96	0,59	4,55
Piauí	1,22	0,20	1,42
Ceará	0,51	0,16	0,67
Rio Grande do Norte	0,07	0,01	0,08
Paraíba	0,00	0,00	0,00
Pernambuco	0,35	0,06	0,41
Alagoas	0,09	0,17	0,26
Sergipe	0,14	0,04	0,18
Bahia	75,80	144,09	219,89
Sudeste	**118,28**	**305,77**	**424,05**
Minas Gerais	26,12	66,19	92,30
Espírito Santo	20,32	52,90	73,22
Rio de Janeiro	0,26	0,64	0,89
São Paulo	71,59	186,05	257,64
Sul	**168,07**	**399,68**	**567,76**
Paraná	90,90	206,03	296,93
Santa Catarina	52,94	132,17	185,11
Rio Grande do Sul	24,23	61,48	85,71
Centro-Oeste	**92,51**	**46,38**	**138,90**
Mato Grosso do Sul	12,49	32,09	44,58
Mato Grosso	79,43	13,25	92,68
Goiás	0,58	1,05	1,63
Distrito Federal	0,00	0,00	0,00

VERSÃO PRELIMINAR

Identifica-se que a região Sul apresentou o maior potencial de geração de energia a partir de resíduo madeireiro, apresentando um valor de 567,76 MW, representando cerca de

36% do potencial total do país, que é de aproximadamente 1605 MW. Em seguida, a região sudeste e norte apresentam potenciais consideráveis, 424,05 e 246,28 MW, respectivamente, representando juntos, 41,78% do potencial de geração para o país. O estado do Paraná é o mais representativo, apresentando potencial de geração de energia de 296,93 MW, seguido de São Paulo, Bahia, Santa Catarina e Pará.

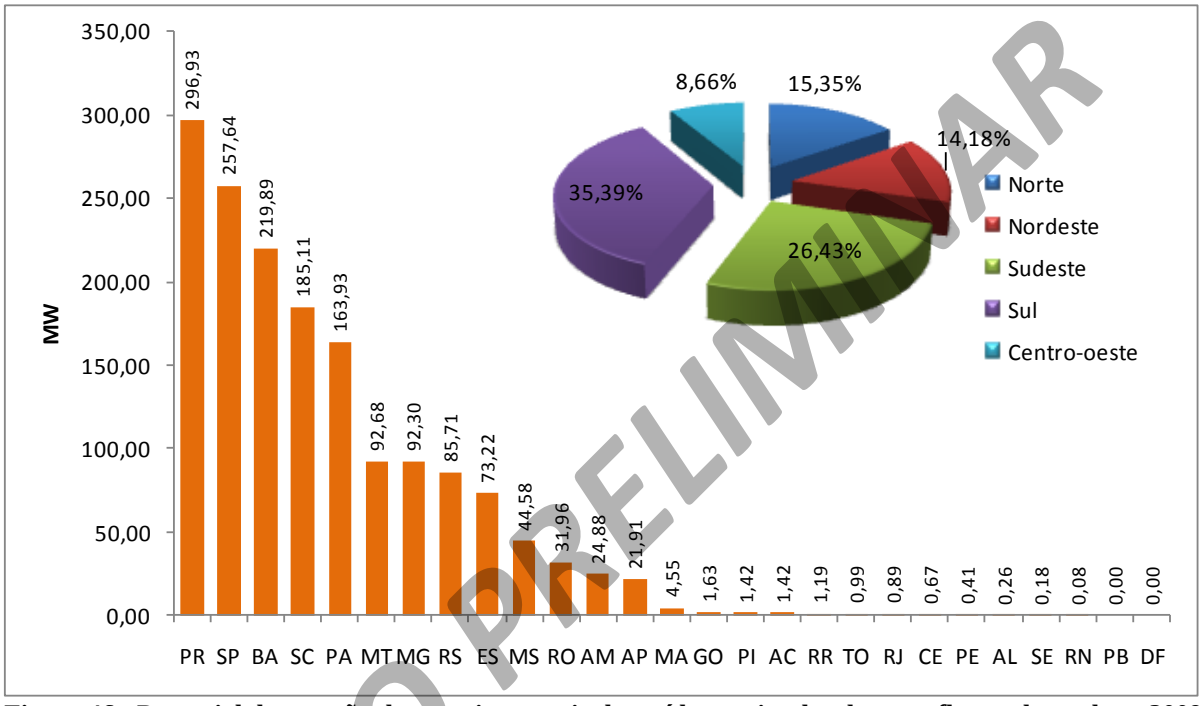


Figura 46 - Potencial de geração de energia a partir de resíduos oriundos do setor florestal. ano base 2009.

Cabe salientar que nestes cálculos não foram contabilizados resíduos de toda a cadeia produtiva do setor florestal, representando, dessa forma, um valor sub-estimado do potencial total de geração de energia oriundo de resíduos gerados no setor.

Segundo Wander e Altafini (2004), em geral, as principais dificuldades para a utilização dos resíduos de madeira para aproveitamento energético são a sua forma e a umidade. No caso de fábrica de móveis, a matéria-prima já se encontra seca, portanto, o problema da secagem pode ser descartado. O teor de umidade da biomassa está relacionado com o poder calorífico, pois quanto maior a umidade, menor o poder calorífico gerado. Simioni e Hoeflich (2010), a presença de impurezas implica geração de volume maior de resíduos do processo de queima (teor de cinzas), gerando maior impacto ambiental devido à sua destinação. A classificação por tipo ou categoria é outro fator importante para a blendagem do combustível destinado à queima nas caldeiras.

VERSÃO PRELIMINAR

A geração de energia a partir de resíduos de biomassa ocorre em plantas de pequena escala, geralmente inferior a 15 MW. O melhor aproveitamento destes resíduos para geração de energia regional depende de alguns fatores que necessitam de melhoria e mais pesquisas, de acordo com a realidade regional (SIMIONI E HOEFLICH 2007), conforme apontam:

- Adequação do sistema de colheita florestal visando o aproveitamento dos resíduos;
- Adaptação do sistema de geração de energia para otimização do uso da biomassa;
- Avaliação dos diferentes sistemas de estocagem de biomassa;
- Identificação das propriedades energéticas dos diferentes tipos de resíduos madeireiros;
- Avaliação da oferta e demanda de resíduos na região;
- Avaliação da demanda de energia nas empresas da região;
- Análise técnica-econômica e financeira do uso de biomassa para pequenas unidades de geração de energia;
- Normas regulatórias que favoreçam a comercialização de excedentes de energia geradas;
- Viabilidade econômica da pré-industrialização de resíduos florestais e industriais madeireiros;
- Avaliação do potencial de utilização dos resíduos do processo de queima;
- Eficiência do uso da biomassa para geração de energia térmica e elétrica;
- Logística do suprimento de biomassa;
- Impactos sociais, ambientais e econômicos da produção de energia de biomassa.

Especificamente nas fábricas de celulose e papel, é gerado um subproduto de elevado potencial energético, denominado licor negro. Este é um subproduto do processo de cozimento Kraft utilizado na fabricação de polpa celulósica para posterior utilização para fabricação de papel. O licor negro é usado como combustível em usinas de co-geração da própria fábrica de celulose. Atualmente, existem 14 usinas abastecidas por licor negro (resíduo da celulose) no Brasil, com capacidade instalada de 1245 MW (ANEEL, 2011). A utilização deste subproduto como combustível é uma excelente alternativa para geração de energia nas fábricas de celulose instaladas no país, evitando que o mesmo seja descartado inadequadamente.

VERSÃO PRELIMINAR

VERSÃO PRELIMINAR

3 AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DAS ATIVIDADES AGROSILVOPASTORIL

3.1 Introdução

Segundo Munn (1975, *apud* SÁNCHEZ, 2006), ações humanas atuam sobre aspectos ambientais que, por sua vez, podem gerar impactos ambientais.

Segundo a Resolução CONAMA nº 001/86 (BRASIL, 1986), em seu artigo 1º, o conceito de Impacto Ambiental é considerado como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I – a saúde, a segurança e o bem estar da população;

II – as atividades sociais e econômicas;

III – a biota;

IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

V – a qualidade dos recursos ambientais.

Os resíduos agropecuários e a geração de resíduos florestais podem provocar impactos ambientais, no sentido de gerar "alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocadas por ação humana", conforme conceito proposto por Sanchez (2006).

Assim, este estudo desenvolvido para os resíduos agrosilvopastoris realizou uma análise dos principais impactos decorrentes do setor, demonstrando em que etapas estes impactos ocorrem e seus desdobramentos.

A identificação, avaliação e controle dos impactos ambientais das atividades agrosilvopastoris devem ser estimuladas no Brasil, pelo destaque que estas atividades possuem no país. Estudos regionalizados devem ser realizados visando à redução dos impactos decorrentes da disposição inadequada dos resíduos gerados nos setores: ambiental, econômico, social e de saúde.

3.2 Metodologia

Neste estudo, os impactos ambientais são apresentados através de redes de impactos, caracterizados como informações qualitativas. As redes de impactos estruturadas apontam as

VERSÃO PRELIMINAR

ações - geração de resíduos da agricultura, silvicultura, criações animais e agroindústrias primárias associadas – os constituintes destes resíduos e os potenciais impactos ambientais diretos. Não são apresentadas informações quantitativas, pois para isso seria necessária a aplicação de métodos de avaliação de impacto ambiental nos diferentes tipos, sistemas utilizados, porte, visando abranger a maior quantidade de situações e ambientes possíveis, com vistas à elaboração de um cenário nacional.

As redes de interação indicam as relações sequenciais de causa e efeito (cadeia de impacto) a partir de uma ação impactante. Estas redes permitem um bom entendimento das relações entre as ações e os impactos resultantes, sejam eles diretos ou indiretos (SÁNCHEZ, 2006).

3.3 Escopo e limitações do estudo

Os resultados deste estudo foram apresentados em rede de impactos positivos para as atividades agrosilvopastoril e rede de impactos negativos separadamente para a pecuária, agroindústrias primárias associadas à agricultura e à pecuária, e resíduos da silvicultura. Como os resíduos gerados por estas atividades, possuem em geral características e possibilidades de utilização semelhantes, optou-se por fazer uma única rede de impactos positivos.

Na rede de interação de impactos estruturada para a agricultura não foram considerados os resíduos gerados na produção (lavoura) e sim os gerados nas agroindústrias primárias de processamento. Entende-se que os resíduos gerados durante a produção, que se referem às perdas da agricultura, devem permanecer na lavoura, já que estarão repondo parte dos nutrientes retirados, protegendo o solo, evitando custos adicionais com aplicação de fertilizantes químicos, além de outros benefícios que serão abordados posteriormente.

Os impactos gerados pela pecuária são decorrentes da geração de resíduos da fase de operação das criações, não sendo contemplados os impactos decorrentes da implantação do empreendimento.

Os impactos referentes ao setor florestal são abordados de forma geral englobando todo o setor, desde a retirada da madeira e a adição de outros produtos que podem apresentar característica de resíduo perigoso à madeira. Os impactos associados na rede não distinguem a fase de geração do resíduo, mas apontam o resíduo sabendo-se que o mesmo é gerado nas etapas dos processos produtivos da cadeia da madeira.

VERSÃO PRELIMINAR

3.4 Resultados

3.4.1 Impactos positivos das atividades agrosilvopastoril

Nem todo impacto é necessariamente negativo, no caso dos resíduos agrosilvopastoris, quando bem manejados, tratados e dispostos adequadamente, os impactos potenciais resultantes dos resíduos gerados pelas criações animais, indústrias primárias da agricultura e da pecuária, podem ser minimizados ou evitados, além de reverter em benefícios para a propriedade onde são gerados. A utilização dos resíduos na agricultura (aplicação no solo de forma controlada) e a geração de energia, por exemplo, podem representar ganhos ambientais e econômicos, além de minimizar os impactos negativos da disposição e lançamento inadequados. Neste sentido, estruturou-se uma rede de potenciais impactos positivos para estas atividades a qual está apresentada na Figura 474.

A disposição de matéria orgânica no solo introduz nutrientes e aumenta a diversidade de microrganismos, proporcionando a ciclagem de nutrientes e a redução de custos com a compra de fertilizantes químicos, entre outros benefícios ao meio ambiente (Lucon e Chaves, 2004). Essa prática pode trazer uma melhoria expressiva na fertilidade do solo, com um aumento na capacidade de troca de cátions, que é a capacidade que tem um solo de reter ou liberar nutrientes para serem absorvidos e aproveitados pelas plantas, além de um aumento da retenção de água e da aeração do solo e redução da lixiviação. Consequentemente, ocorre um aumento da produtividade do solo e uma redução da erosão (Silva et al., 2009). No entanto, é necessário que o resíduo seja bioestabilizado para posterior disposição, de modo que os componentes dos resíduos não excedam a capacidade do solo para absorvê-los e armazená-los, evitando-se assim impactos negativos.

VERSÃO PRELIMINAR

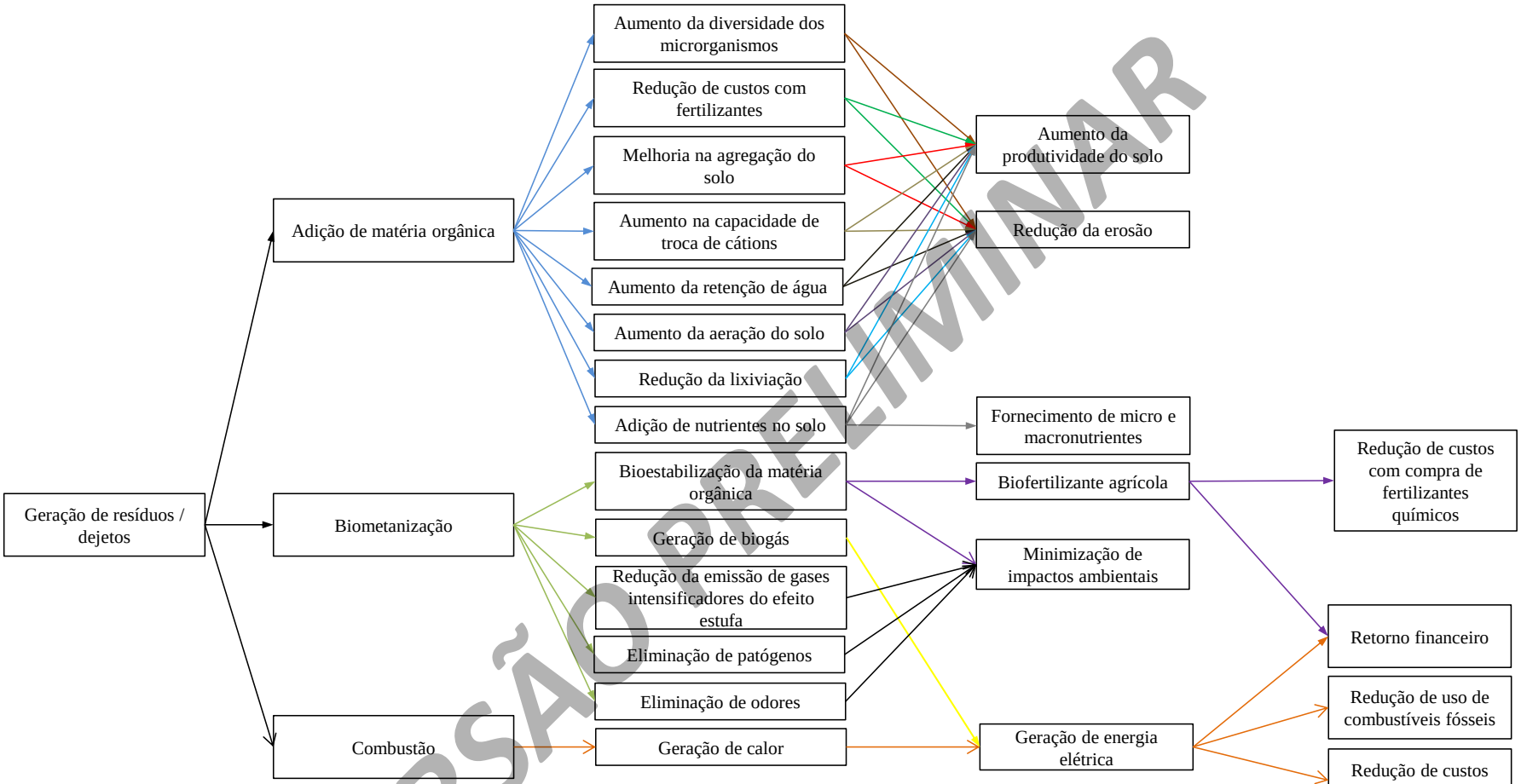


Figura 474 - Impactos positivos dos resíduos agrosilvopastoris

VERSÃO PRELIMINAR

Além da disposição no solo, outra possibilidade de uso dos resíduos e dejetos é a biometanização da fração orgânica. A biodigestão da matéria orgânica promoverá a bioestabilização da matéria orgânica, com consequente produção de biofertilizante agrícola de ótima qualidade. A biometanização resulta na produção do biogás, que poderá ser convertida em energia elétrica ou utilizada para combustão. Nos dois casos, os impactos constituem-se na redução da utilização de fertilizantes químicos, redução de gastos com energia elétrica e uso de combustíveis fósseis. Além destes impactos positivos, tem-se ainda a redução da emissão de gases intensificadores do efeito estufa, a eliminação de patógenos e a eliminação de odores devido a degradação da matéria orgânica presente nos resíduos.

A utilização dos biodigestores no meio rural tem merecido destaque devido aos aspectos de saneamento e geração de energia, além de estimularem a reciclagem orgânica e de nutrientes (LUCAS JR., 1994 apud. OLIVEIRA, 2004). Oliveira (2004) cita como vantagens da biodigestão anaeróbia o tratamento dos efluentes, a redução de odores e a eliminação de patógenos.

Semelhante aos resíduos agropecuários, os resíduos florestais podem resultar em impactos positivos quando são utilizados para a geração de energia ou incorporados ao solo. Finotti et al. (2006) destacam que a incorporação do resíduo no solo melhora sua fertilidade e aumenta o conteúdo de matéria orgânica dos horizontes superficiais, resultando em efeitos benéficos às propriedades físicas e químicas do solo trabalhado. Salienta-se que para o emprego no solo, deve haver uma etapa anterior de processamento e picotamento do resíduo, com o intuito de reduzir o tamanho das partículas do resíduo para melhor aplicação.

A utilização dos resíduos madeireiros para geração de energia por outro lado, tem sido uma atividade rentável, contribuindo para a redução dos custos com energia e consequentemente aumentando a sua disponibilidade. A utilização de resíduos de madeira para a geração de energia térmica e elétrica tem sido vista de forma aprazível pelo fato de ser considerado um combustível limpo, com geração mínima de compostos nitrogenados e sulfurados. A utilização deste resíduo como co-produção local de aquecimento e eletricidade tem impacto profundo na capacidade das populações rurais de acessar formas de energia modernas e mais limpas.

Bellotte et al. (1998) discorrendo sobre os resíduos oriundos da fabricação de celulose e papel, citam que sua aplicação no solo apresenta os seguintes benefícios: a) elevação do pH com consequente aumento na disponibilidade de determinados nutrientes, notadamente fósforo e micronutrientes; b) aumento da capacidade de troca de cátions dos solos; c)

VERSÃO PRELIMINAR

incorporação de nutrientes minerais necessários às árvores; d) melhoria das propriedades físicas como a granulometria, a capacidade de retenção de água e a densidade do solo. Além disso, a aplicação de resíduos da celulose e cinza de caldeiras aumenta a atividade biológica do solo acelerando a decomposição da serrapilheira e a ciclagem de nutrientes.

A utilização dos resíduos oriundos do processo de abate e das indústrias de transformação, com raras exceções (como exemplo, processos de madeira tratada), apresenta impactos positivos para as áreas de reflorestamento e silvicultura, corrigindo o solo, onde ocorre o replantio, uma vez que em sua maior parte, os solos apresentam baixa fertilidade (BELLOTTE et. al, 1998).

O setor agrosilvopastoril, contudo, pode gerar também impactos negativos, quando os resíduos não são bem manejados, tratados e dispostos adequadamente. Os impactos negativos de cada uma das atividades (agricultura, pecuária, silvicultura e agroindústrias primárias associadas), são apresentados de forma isolada devido às diferenças existentes nas características e composições dos resíduos.

3.4.2 Impactos negativos das agroindústrias associadas à agricultura

Os impactos que as agroindústrias associadas à agricultura podem causar nas regiões onde se instalam são inúmeros, tanto do ponto de vista ambiental quanto social, sendo que esses impactos refletem diretamente na qualidade de vida da população (PEDROSO, 2005). A rede de impactos negativos das agroindústrias associadas a agricultura está apresentada na Figura 485.

Como impactos primários da geração de resíduos, desta atividade tem-se à adição excessiva de matéria orgânica no solo, adição de metais no solo e na água e a presença de compostos orgânicos persistentes no solo e na água. No que tange ao acréscimo de matéria orgânica no solo, tem-se como impactos secundários a geração de gases, a saturação do solo e a eutrofização de recursos hídricos, e impactos terciários conforme apresentado na Figura 485. Em consequência da adição de agroquímicos nas lavouras, parte dos metais ficam agregados nos resíduos, e contribuem para a contaminação do solo, das águas, e por vezes podem causar a seleção de espécies.

Cita-se ainda como impacto secundário negativo a presença de compostos orgânicos persistentes como os inseticidas. Segundo Frutuoso (2001), estes compostos resistem à degradação química, fotolítica e biológica e são de origem essencialmente antropogênica,

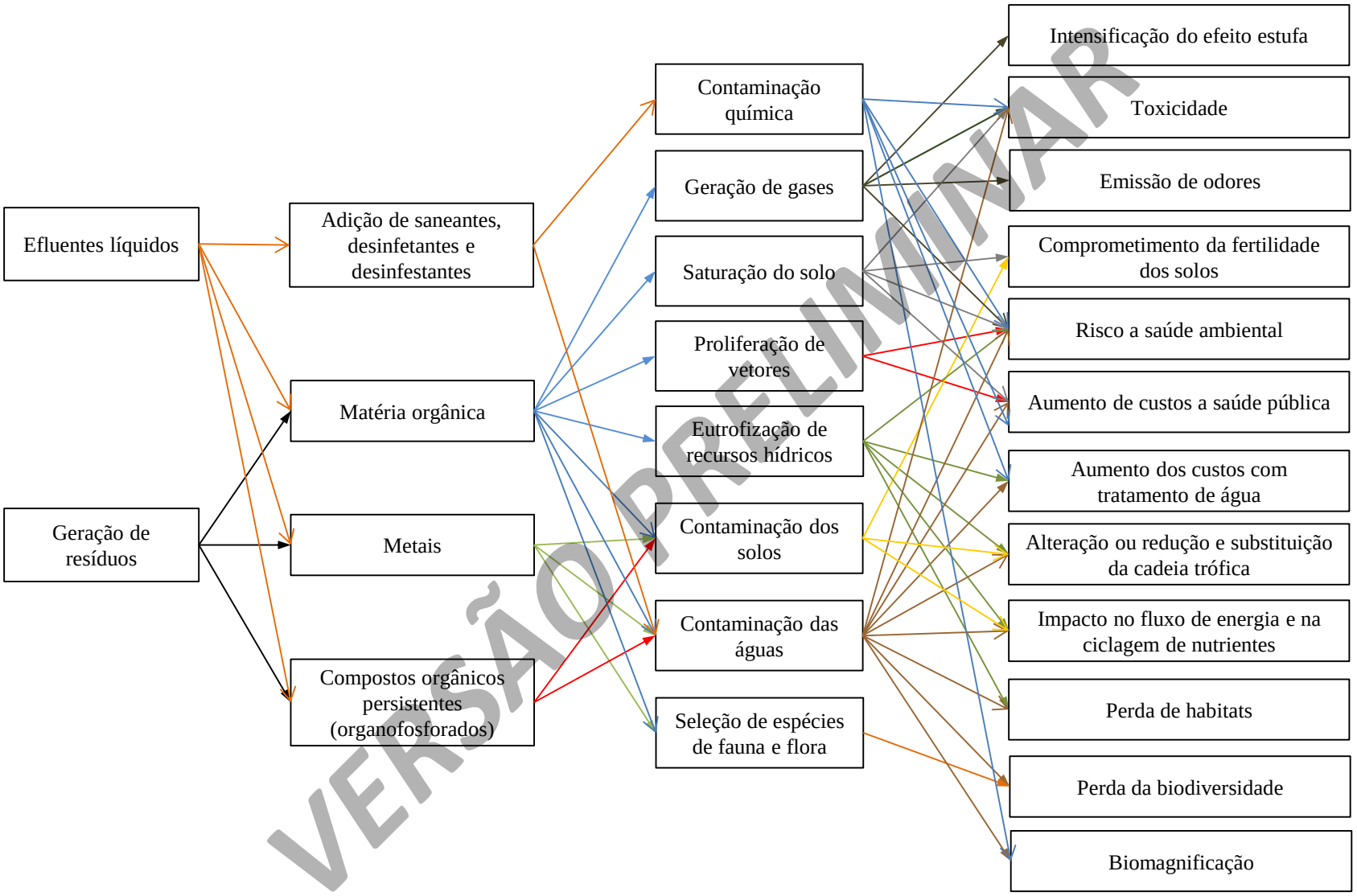
VERSÃO PRELIMINAR

nomeadamente associada à fabricação e utilização de compostos químicos. Por possuírem baixa solubilidade na água, mas alta solubilidade nos lipídios, causam como principal consequência a sua acumulação nos tecidos adiposos. Essa característica, aliada à sua persistência, potencializa a sua periculosidade ao nível da cadeia alimentar e, consequentemente, os riscos de exposição dos consumidores de topo, como é o caso do homem.

Como impactos terciários relacionados à atividade agrícola tem-se a intensificação do efeito estufa, a toxicidade gerada a partir da saturação do solo devido a alta carga de nutrientes, a emissão de odores, o comprometimento da qualidade dos solos, o risco a saúde ambiental e o consequente aumento de custos com a saúde pública, aumento de custos com o tratamento da água, alteração ou redução e substituição da cadeia trófica, impacto no fluxo de energia e na ciclagem de nutrientes, perda de habitats, perda da biodiversidade e biomagnificação.

Nas agroindústrias associadas à agricultura, somam-se ainda aos impactos supramencionados, a presença do efluente líquido, que por sua vez trará a adição de saneantes, desinfetantes e desinfestantes. Estes causam o impacto negativo secundário da contaminação química do solo e da água (Figura 485).

VERSÃO PRELIMINAR



VERSÃO PRELIMINAR

Figura 48 - Impactos negativos dos resíduos na agroindústria associada à agricultura

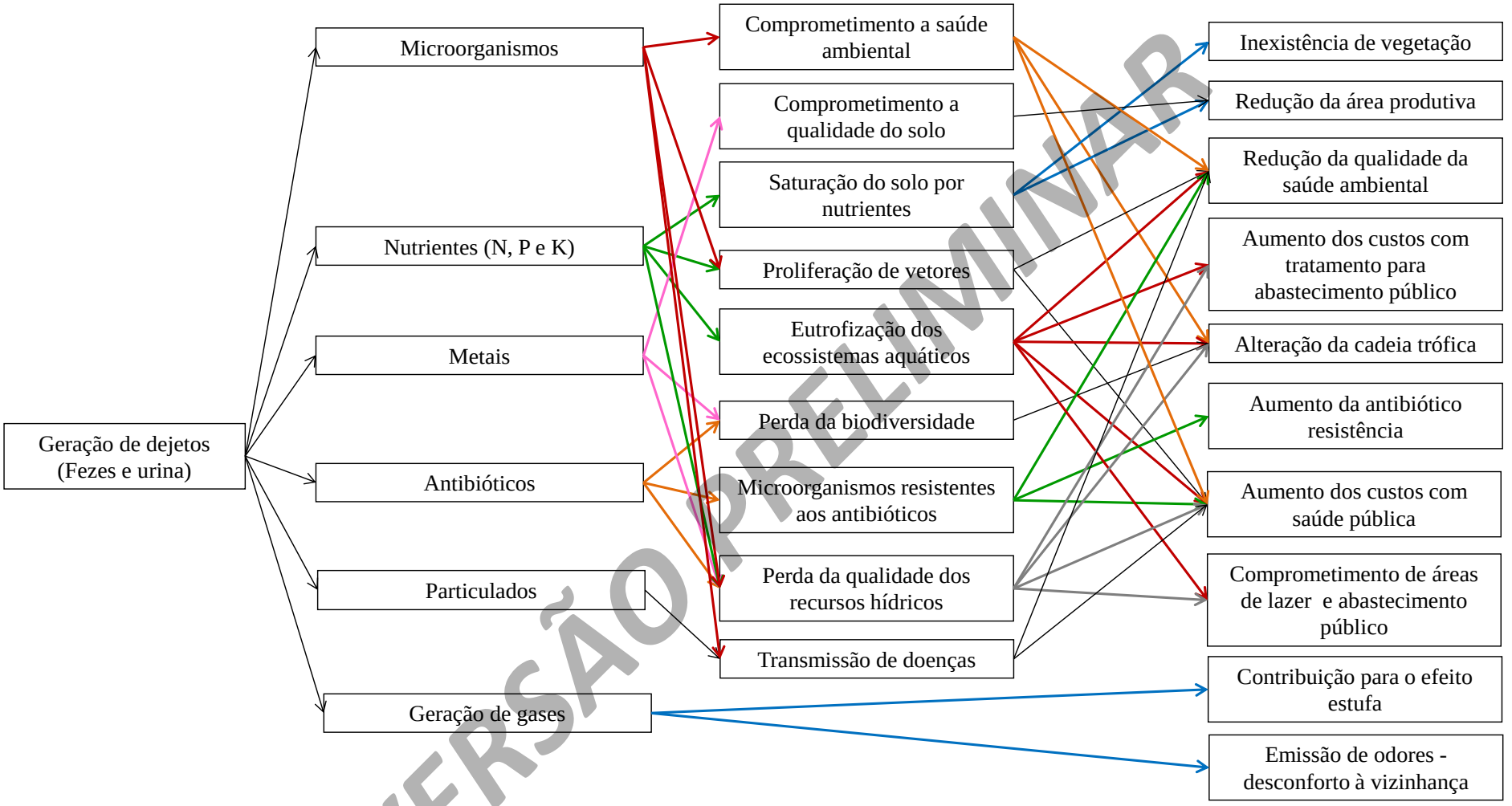
3.4.3 Impactos ambientais decorrentes da geração dos dejetos da pecuária e das indústrias primárias associadas

Dentre os impactos ambientais resultantes das atividades pecuárias avaliadas neste estudo cita-se a suinocultura como a criação com maior potencial poluidor seguida da bovinocultura e a avicultura. Pohlmann (2000) cita que os potenciais impactos ambientais resultantes da criação de aves, realizada em sistema intensivo e regime de integração, é menor que os gerados pela criação de suínos, que ocorre no mesmo modelo de criação. Quando comparados, os impactos potenciais dos bovinos, pode-se inferir que os impactos provocados pelo gado leiteiro é maior que os gerados pelo gado de corte. Ainda segundo o mesmo autor, a bovinocultura no Brasil é predominantemente extensiva, na qual os animais ficam soltos no pasto e os dejetos espalhados pelo campo em uma grande área, embora exista uma tendência de aumento das criações confinadas. No caso de gado leiteiro o risco de impacto ambiental é maior, pois os animais produzem uma quantidade superior de dejetos e, mesmo em criações não confinadas, ocorre o confinamento dos animais em estábulos utilizados para ordenha e a lavagem dos equipamentos utilizados.

Nos abatedouros são geradas quantidades expressivas de resíduos orgânicos, sendo que uma parcela significativa destes são reaproveitados em graxarias para a elaboração de outros subprodutos. No entanto, ainda são gerados resíduos sólidos e líquidos com alta carga orgânica.

A Figura 496 apresenta a rede de impactos elaborada para a descrição dos impactos diretos gerados em função da geração de dejetos resultantes das criações animais (bovinos, suínos e aves). Os impactos apresentados ocorrem em todas as criações, porém em proporções diferentes de criação para a criação, em decorrência do sistema de manejo e de tratamento adotado, e características do dejeto.

VERSÃO PRELIMINAR



VERSÃO PRELIMINAR

Figura 496 - Rede de impactos decorrentes da geração de resíduos em criações animais.

Os dejetos gerados nas criações animais possuem ainda altas concentrações de nutrientes, metais, microorganismos e antibióticos. Os principais nutrientes que compõem estes resíduos, de alta carga orgânica, são o nitrogênio, fósforo, cálcio e potássio. A disposição contínua destes nutrientes no solo gera impactos, conforme apresentado abaixo:

- torna o solo saturado, dificultando o crescimento da vegetação e reduzindo a área agrícola;

- propiciam a proliferação de vetores, causando riscos a saúde pública e aumento dos custos neste setor em decorrência de doenças que podem ser ocasionadas;

- causam eutrofização dos ecossistemas aquáticos, o que leva ao aumento de custos com o tratamento de água em barragens de abastecimento público para retirada dos nutrientes, riscos à saúde pública, já que causam doenças, e redução e substituição da fauna e flora aquática.

Segundo Steinfeld et al. (2006), em relatório publicado pela FAO, o setor da pecuária é provavelmente a maior fonte setorial de poluição das águas, contribuindo para a eutrofização, 'zonas mortas' em áreas costeiras, degradação de recifes de corais, problemas de saúde humana, de emergência, de resistência a antibióticos e muitos outros.

Os metais são adicionados as rações para aumentar a taxa de conversão dos animais. Segundo Steinfeld et al. (2006) os animais são capazes de absorver apenas de 5 a 15%, resultando em dejetos com uma alta taxa destes metais. Os metais presentes nestes dejetos, principalmente ferro, cobre e zinco, quando dispostos continuamente em uma mesma área, tornam o solo infértil, reduzindo assim a área produtiva, bem como selecionam e reduzem as espécies da flora e fauna local.

Os microorganismos presentes nos dejetos são oriundos do trato digestivo dos animais ou desenvolvem-se em decorrência da alta taxa de matéria orgânica, causando doenças, redução e substituição da fauna e flora, riscos a saúde pública e aumento dos custos com tratamento de doenças.

Além dos metais contidos nas rações fornecidas aos animais, antibióticos também são adicionados, pois visam evitar doenças ao rebanho. Estes antibióticos são eliminados parcialmente nos dejetos, que posteriormente serão dispostos no ambiente. Uma vez no ambiente, levam à seleção da fauna e flora, e com isso a redução e substituição das espécies. Os antibióticos e metais não são totalmente eliminados pelos tratamentos convencionais, por isso quando dispostos ou eliminados no ambiente podem reduzir a qualidade do mesmo. Os antibióticos acarretam a seleção de microorganimos e em conseqüência os tornam resistentes

VERSÃO PRELIMINAR

a antibióticos, causando riscos a saúde pública e novamente aumento de custos neste segmento. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (2001), um crescente conjunto de evidências estabelece a relação entre o uso de antimicrobianos em animais usados na produção de alimentos e o surgimento de resistência em patógenos comuns.

O sinergismo das ações impactantes leva à perda da qualidade dos recursos hídricos, tanto superficiais, quanto subterrâneos, e com isso ao aumento de custos com tratamento da água para abastecimento, riscos à saúde púbica, aumento de custos com saúde pública e ainda comprometimento de áreas de lazer e abastecimento público.

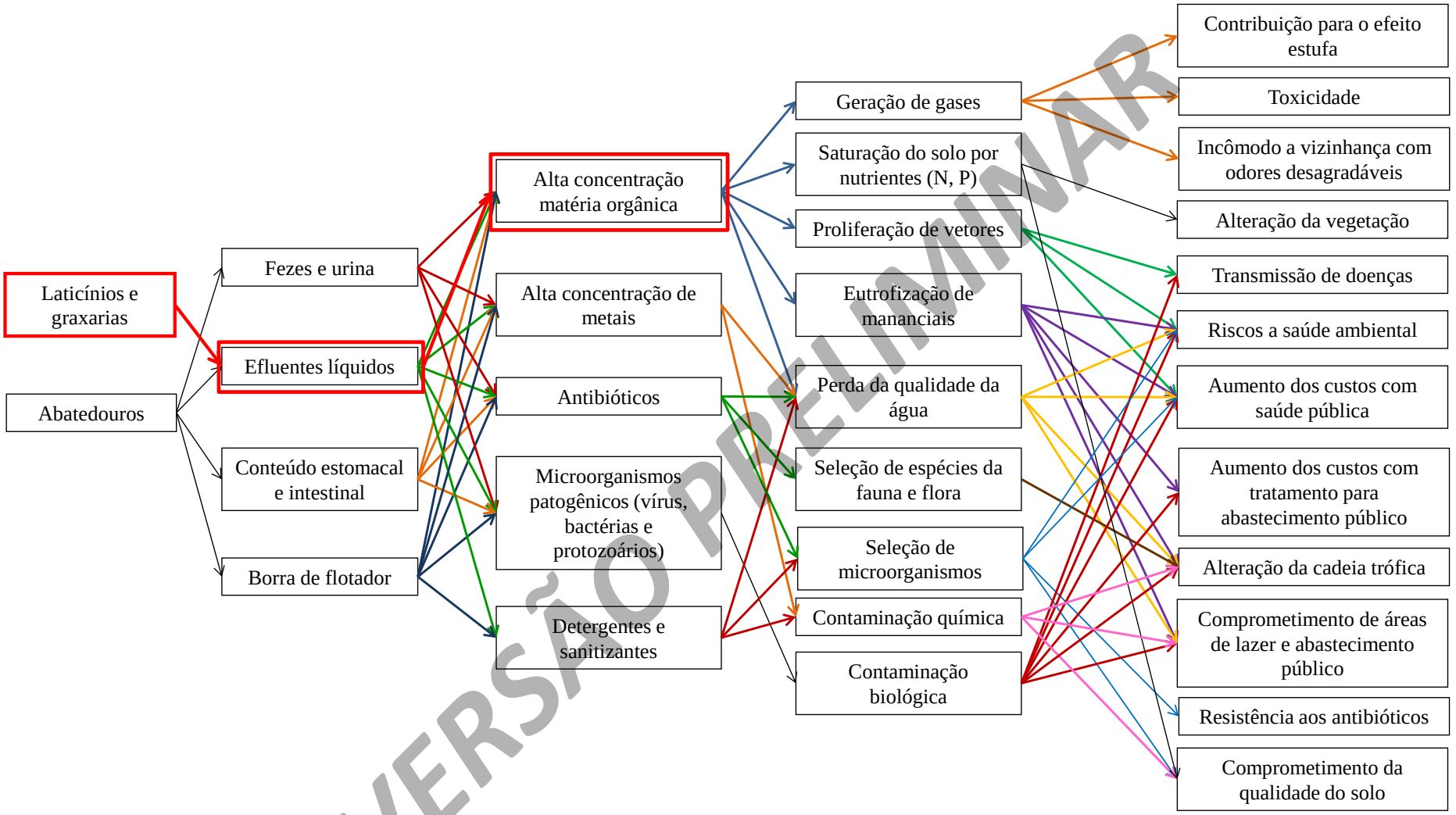
A emissão de particulados por outro lado, à exemplo da cama de aviário, podem gerar doenças como alergias, problemas respiratórios e mais recentemente conhecidas como a gripe aviária e o vírus Nipah (HSI, 2011) aos trabalhadores das granjas e vizinhança.

O armazenamento e a aplicação de dejetos geram gases dos tipos dióxido de carbono, metano, óxido nítrico, sulfeto de hidrogênio e amônia. Os três primeiros gases citados são os principais contribuintes do efeito estufa. Já os dois últimos, em função dos odores acarretam incômodo à população vizinha e em determinadas quantidades podem ser tóxicas aos seres vivos.

Os impactos citados em um primeiro momento não revertem em prejuízos para a criação, mas posteriormente podem inviabilizar a sua continuidade, pois são extremamente dependentes dos recursos naturais, que estão sendo contaminados. Os efeitos dos impactos podem ser efeitos diretos ou indiretos, de curto, médio ou longo prazo, dependendo das medidas preventivas realizadas (ex: sistemas de tratamento), tipo de solo, magnitude e importância do evento e outras características ambientais e da criação. Os impactos podem ser minimizados ou até mesmo evitados através da implementação de novas tecnologias e medidas preventivas que reduzam a probabilidade de ocorrência dos mesmos.

A seguir são descritos os impactos diretos decorrentes dos dejetos e efluentes gerados nas agroindústrias de abatedouros e laticínios, conforme apresentado na Figura 507.

VERSÃO PRELIMINAR



VERSÃO PRELIMINAR

Figura 507 - Rede de impactos decorrentes da geração de resíduos e efluentes das agroindústrias primárias associadas a pecuária.

Os impactos dos resíduos e efluentes das agroindústrias primárias associadas à pecuária são semelhantes aos causados pelos dejetos animais. A alta concentração de matéria orgânica resulta em impactos no solo e na água superficial e subterrânea. Os resíduos quando dispostos no solo, sem tratamento adequado geram a saturação do mesmo por nutrientes (principalmente N e P) e com isso a alteração da vegetação e comprometimento da qualidade do solo. A disposição inadequada dos resíduos contribui ainda com a proliferação de vetores e com a eutrofização dos recursos hídricos superficiais, potencializando o risco de transmissão de doenças e aumentando os custos com saúde pública (tratamento e programas de prevenção e conscientização) e tratamento de água, além de provocar alterações da cadeia trófica.

A grande quantidade de resíduos gerados em uma pequena área, associado à concentração de matéria orgânica, armazenamento deficiente e ação de bactérias leva a produção de gases que podem contribuir para o efeito estufa, além de serem tóxicos aos animais e seres humanos e emitir odores que causam incômodo a vizinhança.

Os metais e os antibióticos fornecidos aos animais ainda estarão presentes nos diferentes tipos de resíduos gerados em abatedouros, causando contaminação ambiental e todas as consequências negativas descritas anteriormente. Na composição dos resíduos, encontram-se também microorganismos que em primeiro grau acarretam à contaminação biológica do solo e água, e em segundo nível, geram impactos com aumento da transmissão de doenças, riscos a saúde ambiental, custos com saúde pública e tratamento da água, bem como o comprometimento das áreas de lazer e abastecimento público.

Detergentes, saneantes e outros produtos auxiliares são utilizados na limpeza e sanitização dos equipamentos, materiais e salas como colocado por Pacheco (2006). Dependendo do sistema de tratamento instalado, os compostos presentes nos detergentes e desinfetantes não são removidos ou degradados e também podem causar distúrbios no sistema. Alguns resíduos de detergentes permanecem nos lodos das estações de tratamento de efluentes, o que pode limitar as opções de disposição final destes. Além disso, se forem descartados no ambiente sem tratamento, contaminam quimicamente o solo e a água, comprometendo a qualidade dos recursos hídricos e do solo, além de selecionar microorganismos presentes no ambiente natural. A perda da qualidade da água e a seleção de microorganismos resultam em riscos a saúde ambiental e aumento de custos com a saúde pública. A seleção de microorganismos por efeito dos antibióticos torna os patógenos resistentes (tanto no solo, quanto na água) e comprometem a qualidade ambiental. A

VERSÃO PRELIMINAR

contaminação química e perda da qualidade da água levam a alterações na cadeia trófica e comprometimento de áreas de lazer e abastecimento público.

Nos quadros destacados na rede de impactos (borda vermelha), apresentada na Figura 507, em laticínios e graxarias, o principal resíduo gerado é o efluente que possui alta taxa de matéria orgânica e em decorrência gera os impactos, no solo, ar, água e saúde ambiental como já descritos anteriormente.

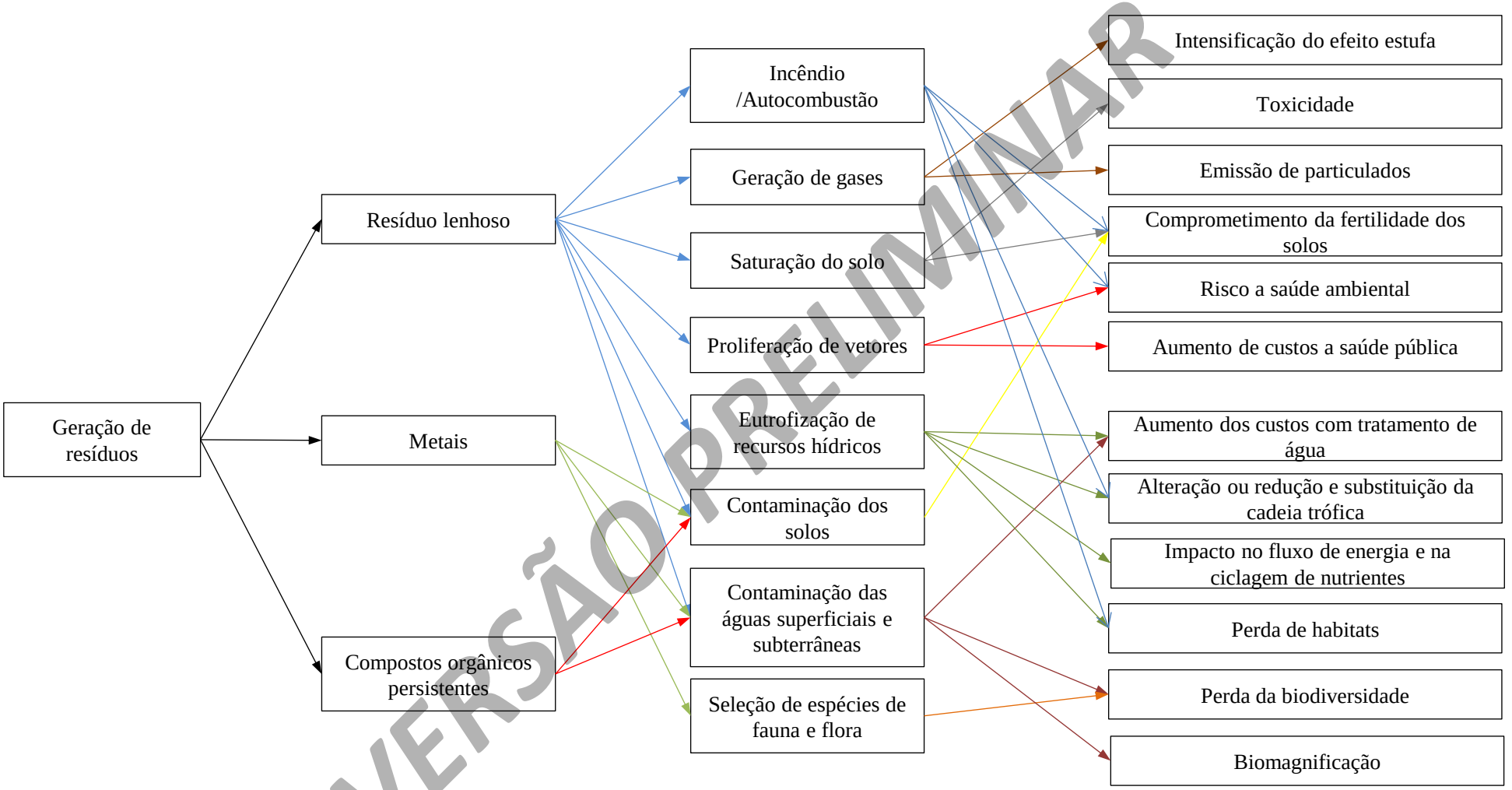
3.4.4 Impactos Ambientais de Resíduos do Setor Florestal

Os principais impactos negativos, ou seja, que provocam um efeito adverso sobre o ambiente resultante das atividades da cadeia produtiva da madeira são apresentados em uma rede de impactos, como mostra a Figura 51.

A rede de impactos é complexa, pois cada ação resulta em efeito sinérgico gerando outro impacto. A magnitude, importância, temporalidade e duração são de difícil quantificação pelas inúmeras atividades que geram estes resíduos. Sua localização e determinação da quantidade de resíduos não é precisa, fator que torna difícil a identificação quanto à magnitude do impacto gerado. Porém nas áreas de plantios, onde há substancial quantidade de resíduos lenhosos e onde ainda não há ações para agir preventivamente buscando máxima ecoeficiência e mínima geração de resíduos e de perdas de madeira, os impactos causados podem ser consideráveis. Como exemplo, podem ocorrer incêndios devido à autocombustão, quando o resíduo possuir baixa umidade, provocando perda de habitats e alteração na cadeia trófica, além do risco à saúde ambiental.

A acumulação de resíduos pode ocasionar a degradação anaeróbia, com formação de lixiviado, sendo este carreado para cursos d'água, ou mesmo infiltrando no solo atingindo os corpos hídricos subterrâneos.

VERSÃO PRELIMINAR



VERSÃO PRELIMINAR

Figura 51 - Rede de impactos negativos provocados pela geração de resíduo florestal

A madeira pode se apresentar ainda como risco à saúde humana, sendo classificada como resíduo perigoso, em alguns casos, como a madeira tratada, painéis de fibras de média densidade (MDF), aglomerados que contêm preservativos químicos como os fungicidas, pesticidas e inseticidas. Os preservativos mais utilizados para tratar a madeira são o creosoto e pentaclorofenol que são usados para aplicações industriais, como postes e dormentes; e o arseniato de cobre cromado (CCA) e preservativos baseados em cobre, que são utilizados para tratar produtos industriais e produtos utilizados em residências tais como madeiras e compensados. Destes, o mais utilizado é o CCA, pois é aplicado em cerca de 66% (em volume) das madeiras tratadas em todo o mundo (JACOBI et al., 2007; JANIN, et al. 2009).

Conforme McMahon et al. (2009), a madeira tratada com CCA é comumente eliminada em aterros sanitários juntamente com os resíduos sólidos urbanos, porém apresenta componentes tóxicos sendo prejudicial para o meio ambiente no final da sua vida útil devido a sua composição: 19% de óxido de cobre II (CuO_2), 50% de óxido de cromo III (CrO_3) e 31% de óxido de arsênio V (As_2O_5). O arsênico e cromo são considerados cancerígenos, e o cobre representa um risco de toxicidade crônica.

Segundo Shibata et al (2007) a principal forma de contaminação do ser humano durante a vida útil da madeira tratada é pelo contato direto com a mesma, como por exemplo, a pessoa toca na madeira e depois leva a mão à boca ou a inalação de partículas da madeira durante a construção e atividades de manutenção. Porém, com o passar dos anos, os níveis de arsênico desalojáveis diminuem, e assim, a principal via de exposição pode passar de contato direto com a madeira para contato indireto através do solo e da água.

A madeira, apesar das altas taxas de redução de materiais contaminantes durante sua vida útil, ainda contém elevadas concentrações de metais, estando suscetível à lixiviação de substâncias químicas, o que pode provocar a deterioração da qualidade do solo devido à presença do arsênio e das águas subterrâneas ou de superfície devido à presença do cobre (JANIN, et al. 2009; MCMAHON et al., 2009).

Diante disso, torna-se necessário pesquisar produtos alternativos para a proteção da madeira, para que a mesma não necessite continuar a utilizar materiais perigosos e, alternativas para a disposição final das que ainda serão descartadas.

Em relação às indústrias de transformação, cabe destacar a preocupação com as indústrias de celulose e papel, as quais geram um gama considerável de resíduos, como lama de cal, lodo biológico, resíduo celulósico, cinza de caldeira resultante da queima de biomassa. A opção por aterro sanitário para disposição final destes resíduos é inviável, em função dos

VERSÃO PRELIMINAR

altos custos para sua implantação e manutenção, além da exigência de cuidados especiais no manuseio, tendo em vista os riscos de contaminação ambiental. A destinação inadequada pode gerar uma série de impactos, como apresentado anteriormente.

Os resíduos de madeira também são comumente utilizados como cama de aviário e em fornos de olarias, o que é interessante do ponto de vista ambiental, por reduzir o uso de material virgem. No entanto, quando é utilizada na produção de cama de aviário, em se tratando de madeira tratada com pentaclorofenóis, cria-se um problema ambiental ao rebanho de aves e posteriormente ao solo onde será disposto. Além disso, muitas empresas integradoras proíbem o uso de maravalha oriunda de moveleiras, pois não possuem garantia da qualidade do produto. Quando a madeira tratada for utilizada como combustível para fornos de olarias, as substâncias químicas são volatizadas, causando contaminação do ar, já que na maioria das vezes estas indústrias não possuem equipamento de tratamento dos gases.

3.5 Considerações acerca dos resultados

As atividades da agricultura, bem como das suas agroindústrias associadas, geram impactos diversos no meio ambiente. Conforme demonstrado anteriormente, estes impactos podem ser positivos, reduzindo a erosão do solo, fornecendo nutrientes ao solo, gerando energia através de fonte renovável, entre outros. Entretanto, estes impactos também podem ser negativos, acarretando na contaminação do solo, da água e do ar, e também, provocar danos sobre a saúde humana e ao funcionamento dos ecossistemas.

Os elevados níveis de produção realizados com vistas ao atendimento das demandas da sociedade têm gerado cada vez maiores impactos negativos ao meio ambiente. Tais impactos contribuem para degradação do estoque de capital natural e, em consequência, para o prejuízo do provimento dos serviços ecossistêmicos (PAIVA, 2009).

Sendo assim, conforme Paiva (2009) torna-se necessária a conscientização de que os ativos ambientais devem ser utilizados de maneira sustentável, a fim de se manter, no futuro próximo, a capacidade de produção e as condições adequadas à manutenção da vida humana e dos ecossistemas.

Os impactos resultantes das atividades pecuárias e suas agroindústrias associadas podem provocar alterações em no meio ambiente, como um todo. Os setores avaliados contribuem significativamente para a contaminação do solo, ar e água, e futuramente podem vir a inviabilizar a continuidade das criações. Porém, estes impactos podem ser minimizados e evitados através da implantação de sistemas de tratamento eficientes e adequados para cada

VERSÃO PRELIMINAR

situação podendo até mesmo reverter em benefícios para a propriedade ou estabelecimento comercial.

A geração de energia a partir de resíduos e efluentes é uma das possibilidades efetivas de mitigar impactos e gerar benefícios econômicos com impactos positivos na matriz energética nacional.

VERSÃO PRELIMINAR

4 ECONOMIA

4.1 Agricultura

De acordo com o Ministério da Agricultura (2010), o Brasil se destaca na produção agrícola, sendo este um dos setores econômicos mais estratégicos para a consolidação do programa de estabilização da economia. A grande participação e o forte efeito multiplicador do complexo agroindustrial no PIB, o alto peso dos produtos de origem agrícola (básicos, semi-elaborados e industrializados) na pauta de exportações e a contribuição para o controle da inflação são exemplos da importância da agricultura para o desempenho da economia brasileira (PESSÔA, 2009). Neste item considerou-se o setor agrícola em sua totalidade, ou seja, os insumos, a agricultura, as agroindústrias associadas e também a distribuição.

O PIB agrícola brasileiro apresentou crescimento constante, passando de R$ 423.460.000.000 em 2000 para R$ 578.390.000.000 em 2010, conforme apresentado na Tabela 82. No período de 2000 a 2010, observa-se que ocorreu decréscimo no PIB agrícola apenas nas safras 2004/2005 e 2008/2009. A redução no PIB no período 2004/2005 está relacionada com a seca no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Mato Grosso do Sul, o que provocou a redução da produção de soja e de milho. Outro fator determinante para a redução do PIB 2004/2005 foi a ocorrência também da "ferrugem" que derrubou a produção de soja no Centro-Oeste e a redução de preços do produto no mercado internacional (RODRIGUES, 2004).

Tabela 82 - Valores do PIB do Agronegócio Brasileiro no período de 2000 a 2010 (em R$ milhões)

Ano	Agricultura
2000	423.460
2001	431.534
2002	477.493
2003	514.016
2004	528.903
2005	498.343
2006	511.460
2007	546.148
2008	579.328
2009	544.147
2010	578.390

Fonte: Cepea-USP/CNA (2010)

VERSÃO PRELIMINAR

Na safra 2008/2009, uma conjunção de fatores negativos levou a esse decréscimo. Além da crise econômica global, que trouxe impacto de queda na demanda externa, teve-se a quebra da safra de grãos por problema de estiagem, levando a uma perda de aproximadamente 8 milhões de toneladas (ABAG, 2010).

Entretanto, apesar de ter ocorrido redução do PIB nos anos de 2005 e 2009, observa-se na Figura 69 que houve uma tendência geral de crescimento da economia relacionada à agricultura no período de 2000 a 2010.

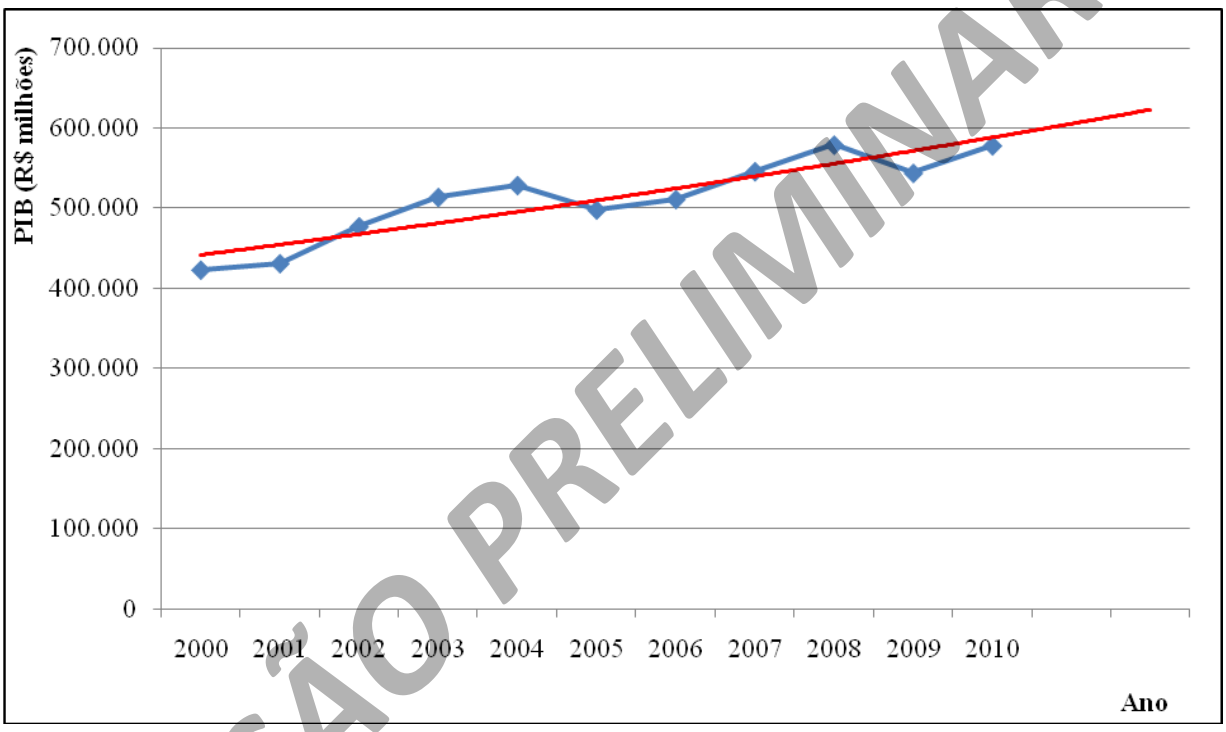


Figura 69 – Valores do PIB do Agronegócio Brasileiro no período de 2000 a 2010, em R$ Milhões
Fonte: Cepea-USP/CNA (2010)

VERSÃO PRELIMINAR

Estudos feitos pela Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) juntamente com o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Universidade de São Paulo (Cepea-USP/CNA, 2010) mostram que a média da economia avança em menor escala do que o setor rural, ou seja, a média do setor rural cresce mais rapidamente do que a média da economia brasileira. O crescimento anual do PIB é sustentado pelos bons números da agricultura e agropecuária brasileira (Tabela 83). A evolução econômica do setor da agricultura encontra-se na Figura 52. Nesta, verifica-se a constância da percentagem do PIB, apresentando-se na faixa de 15,74% a 20,41%.

Tabela 83 - Valores do PIB do Agronegócio Brasileiro no período de 2000 a 2010

Ano	Agricultura (%)
2000	15,76
2001	16,05
2002	17,76
2003	20,41
2004	20,12
2005	18,16
2006	17,18
2007	17,17
2008	17,78
2009	16,18
2010	15,74

Fonte: Cepea-USP/CNA (2010)

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2010), as projeções indicam que, de 2010 a 2020, a taxa anual média de crescimento da produção de lavouras deverá ser de 2,67%.

Figura 52 – Valores do PIB do Agronegócio Brasileiro no período de 2000 a 2010, em percentagem
Fonte: Cepea-USP/CNA (2010)

VERSÃO PRELIMINAR

4.2 Pecuária

Os dados utilizados para análise econômica do setor pecuário estão baseados no Produto Interno Bruto (PIB) estimado pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), da Esalq/USP, com o apoio financeiro da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) (CEPEA, 2010).

O PIB calculado pelo CEPEA envolve tanto a evolução do volume produzido como dos preços de cada agregado. Os volumes dos segmentos agropecuários são medidos pelas previsões de safra realizadas pelo IBGE e pela CONAB para os meses de Janeiro a Novembro e pela produção realmente observada em Dezembro. No PIB total está contabilizado o PIB relativo aos insumos, à produção pecuária, às indústrias associadas e à distribuição da produção.

A Tabela 84 apresenta os dados do PIB no setor pecuário, enquanto a Figura 53 mostra graficamente a evolução do PIB relativo à pecuária desde o ano 2000 até 2010. Já a Figura 54 apresenta a participação do setor relativo ao PIB nacional.

Tabela 84 – PIB setor pecuário

Ano	PIB (milhões R$)	% PIB Brasil
2000	191.165,51	7,11
2001	193.828,95	7,21
2002	202.949,72	7,55
2003	210.893,06	8,37
2004	214.524,09	8,16
2005	210.457,09	7,67
2006	200.548,34	6,74
2007	222.053,95	6,98
2008	242.232,26	7,43
2009	235.643,94	7,01
2010	242.669,81	6,60

VERSÃO PRELIMINAR

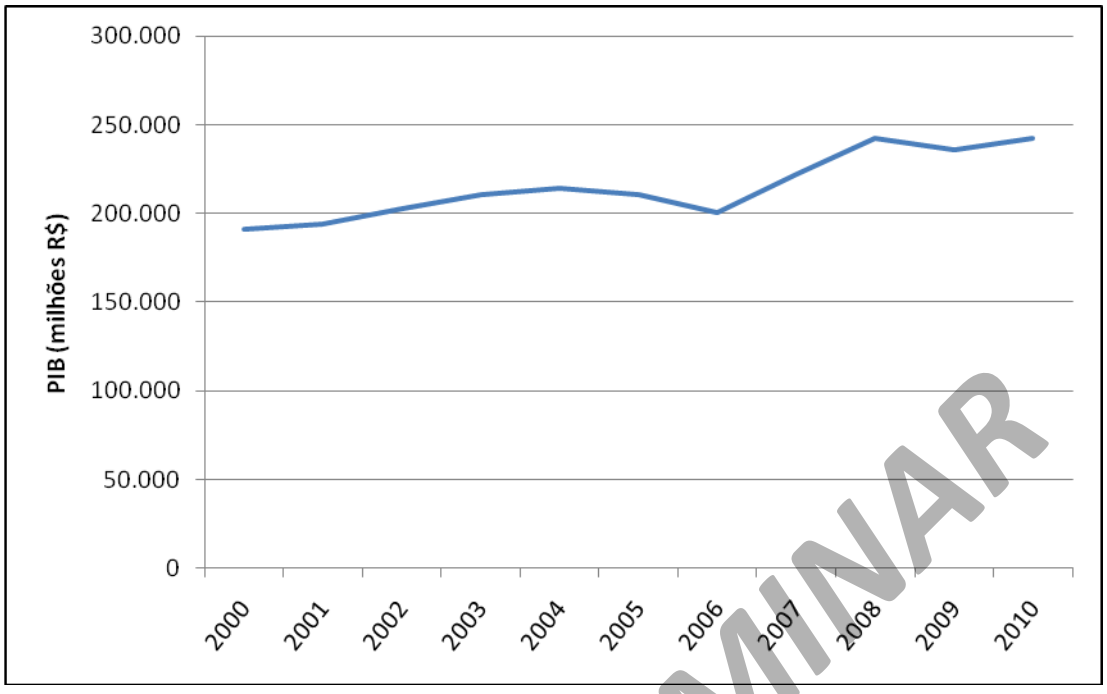


Figura 53 – Evolução do PIB do setor pecuário no Brasil. Fonte: CEPEA, 2010.

Observa-se crescimento do PIB relativo ao setor pecuário durante os 10 anos avaliados, com leve queda entre os anos de 2005 e 2006, além de 2008 e 2009, sendo este o período relativo à última crise econômica mundial.

Figura 54 – Participação do PIB no setor pecuário em relação ao PIB Brasil. Fonte: CEPEA, 2010.

VERSÃO PRELIMINAR

Em relação à participação do setor, observa-se queda nos anos de 2009 e 2010, apresentando valores de 7,01 e 6,6 respectivamente, percentual inferior ao ano de 2008 que era de 7,43%.

Segundo estimativa realizada pelo MAPA (2010), as projeções de carnes para o Brasil mostram que esse setor deve apresentar intenso dinamismo nos próximos anos, apesar do arrefecimento com a crise econômica de 2008. As carnes que apresentam maiores taxas de crescimento da produção no período 2009/2010 a 2019/2020 são a de frango, que deve crescer anualmente 3,64%, e a bovina, cujo crescimento projetado para esse período é de 2,15% ao ano. A produção de carne suína tem um crescimento projetado de 2,0% ao ano, o que também representa um valor relativamente elevado, pois consegue atender ao consumo doméstico e às exportações (MAPA, 2010).

Conforme Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2010), no segmento de carnes haverá forte pressão do mercado nacional para os próximos 10 anos. Do aumento previsto, serão destinados ao mercado interno: 65,3% da produção de carne de frango, 77,0% da produção de carne bovina e 80,0% da produção de carne suína. Desse modo, embora o Brasil seja, em geral, um grande exportador de vários desses produtos, o consumo interno será predominante no destino da produção.

VERSÃO PRELIMINAR

4.3 Setor Florestal

Em relação ao setor florestal não foram encontrados dados disponíveis da evolução do PIB do setor. Este setor começou a se destacar no Brasil após a aprovação da legislação de incentivos fiscais ao reflorestamento, em 1966, que possibilitou às empresas abaterem até 50% do valor do imposto de renda devido, para aplicar em projetos florestais. Mais recentemente, em 2009, o setor florestal, à semelhança de outros setores da economia brasileira, apresentou indicadores, na maior parte do ano, negativos, como reflexo principal da crise financeira mundial, iniciada em 2008 (CIFLORESTAS, 2010). Já o ano de 2010 terminou com retrato positivo do setor florestal brasileiro, com crescimento de 10,5%, o maior desde 1986 (CIFLORESTAS, 2011), com tendência de crescimento em 2011, porém com valor inferior a 2010.

No último ano, o segmento de papel e celulose apresentou bom desempenho devido à recuperação econômica dos principais países importadores. As expectativas do setor são grandes, já que os investimentos previstos para os próximos anos são de aproximadamente R$ 20 bilhões na produção florestal e na construção de novas fábricas até 2017 (BRACELPA, 2010), apesar de o Brasil viver um momento de discussão sobre o seu bom posicionamento no mercado mundial. Assim como o segmento de celulose e papel, o segmento de produtos de florestais não-madeireiros também foi influenciado pela recuperação econômica ocorrida no último ano.

Já o segmento de madeira processada foi afetado principalmente pelo novo Código Florestal, que embora ainda não tenha sido aprovado contribui para aumentar o clima de incerteza que paira sobre o setor. Além de empresas serem obrigadas a operar na legalidade, esta questão tem reflexos diretos nas decisões de investirem em terras e manejarem suas florestas. Outro aspecto que vem crescendo há alguns anos, foi a busca de uma atividade mais sustentável, onde várias empresas conquistaram certificação florestal e ambiental. Destaca-se que o crescimento neste segmento em 2010 foi de 127% quando comparado ao ano anterior. Apesar disso, o último ano apresentou alguns problemas, sendo o mesmo considerado o período mais seco, com ocorrência de incêndios, fator que torna o custo da madeira mais elevado. Entretanto, os altos investimentos no setor são condicionantes para o bom desenvolvimento e elevado retorno econômico.

VERSÃO PRELIMINAR

Em relação ao segmento do carvão vegetal, o estudo apresentado pela CIFlorestas (2011), demonstrou que não houve recuperação após a crise econômica, resultado da queda de preço do ferro gusa, e a redução do consumo de carvão oriundos de florestas nativas.

Já o setor moveleiro é o segmento que espera apresentar crescimento nos próximos anos, apresentado no último ano resultados positivos. A demanda gerada no mercado externo impulsiona as exportações fortalecendo o setor economicamente.

VERSÃO PRELIMINAR

5 LEGISLAÇÃO

No Brasil, a Política Nacional do Meio Ambiente foi instituída pela Lei nº 6.938 em 21 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981) e é considerada a precursora das leis voltadas à qualidade ambiental no país. A política ambiental brasileira propriamente dita se desenvolveu de forma tardia quando comparada às demais políticas setoriais do país, e se deu basicamente em resposta às exigências do movimento internacional ambientalista. Este movimento surgiu e se desenvolveu nos últimos quarenta anos, como resultado da ação de movimentos sociais locais e de pressões vindas de fora do país.

Um dos problemas ambientais do Brasil decorrentes do setor agrosilvopastoril é geração de resíduos orgânicos, principalmente de criações animais, sendo que o aproveitamento destes resíduos na agricultura é previsto na Política Nacional Agrícola instituída há 20 anos, pela Lei Federal nº 8.171/91 (BRASIL, 1991), onde diz que o poder público deve coordenar programas de estímulo e incentivo à preservação das nascentes dos cursos d'água e do meio ambiente, bem como o aproveitamento de dejetos animais para conversão em fertilizantes (Cap. IV, art. 19, inciso VII). A Lei Federal nº 10.831/03 (BRASIL, 2003), que dispõe sobre a agricultura orgânica, coloca igualmente que uma das finalidades do sistema de produção orgânica é a reciclagem de resíduos, reduzindo assim ao mínimo o emprego de recursos não-renováveis. No entanto, verifica-se que em nenhuma destas leis são estabelecidos critérios de disposição destes dejetos, bem como dos resíduos agrícolas e da silvicultura no solo.

A Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998 (BRASIL, 1998), que dispunha sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, já apontava como crime ambiental o manejo, tratamento e disposição inadequada de resíduos. No entanto, talvez em função da inexistência de regramento e fiscalização inadequada, pouco se ouve falar, em punições resultantes deste tipo de crime no setor agrosilvopastoril.

A Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010), que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, alterou a Lei nº 9.605/98. Antes da aprovação desta Lei, a legislação aplicável ao gerenciamento dos resíduos do setor agrosilvopastoril, era restrita às legislações apresentadas anteriormente e às questões sanitárias, de produção e de comercialização. Existiam algumas diretrizes que orientavam o manejo, tratamento e uso dos resíduos orgânicos gerados neste setor, e legislações instituídas para outros setores que poderiam ser aplicáveis ao setor em questão. A Lei em discussão é o marco de mudanças

VERSÃO PRELIMINAR

necessárias no cenário nacional de resíduos sólidos e assim normas mais específicas sejam criadas e aprovadas, vindo suprir carências regulatórias do setor.

No artigo 13 da Lei nº 12.305/10, os resíduos são classificados quanto à sua origem, sendo o resíduo agrosilvopastoril definido como aquele proveniente de atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades. Ainda na mesma Lei, no art. 15 é expresso que a União, sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente deve elaborar o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, que deve conter, no mínimo, entre outros, o diagnóstico da situação, metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, com vistas a reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição ambientalmente adequada e ainda metas de aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos. Os Planos Estaduais devem considerar ainda, as peculiaridades microrregionais.

Na sequência, são apresentados os instrumentos legais, resolutivos e normativos que poderiam ser aplicáveis ao regramento do setor agrosilvopastoril e indústrias primárias associadas, já existentes, e que de alguma forma poderiam atuar sobre a geração e o gerenciamento de resíduos e efluentes gerados no setor.

Os resíduos agrícolas e da silvicultura possuem potencial para serem encaminhados a tratamento térmico, sendo que os procedimentos e critérios para o funcionamento destes sistemas de tratamento são dispostos pela Resolução CONAMA nº 316/2002 (CONAMA, 2002). Nesta resolução, como apresentado no art. 1º, tem-se como objetivo disciplinar os processos de tratamento térmico de resíduos e cadáveres, estabelecendo procedimentos operacionais, limites de emissão e critérios de desempenho, controle, tratamento e disposição final de efluentes, de modo a minimizar os impactos ao meio ambiente e à saúde pública, resultantes destas atividades.

Com a queima dos resíduos orgânicos, como aqueles gerados principalmente na agroindústria de processamento de produtos agrícolas e da silvicultura, ocorre a emissão de gases, sendo que o limite de emissão destes poluentes atmosféricos para fontes fixas é estabelecido pela Resolução CONAMA nº 382/06 (CONAMA, 2006). Destacam-se nesta resolução os anexos III e IV que se referem respectivamente aos limites de emissão para poluentes atmosféricos provenientes de processos de geração de calor a partir da combustão externa de bagaço de cana-de-açúcar e de derivados da madeira.

Relativamente aos processos de preservação da madeira, o pentaclorofenol, bastante utilizado no tratamento desta, foi proibido em 2006, pela Resolução ANVISA/RDC nº 164

VERSÃO PRELIMINAR

(ANVISA, 2006), em função de sua toxicidade e permanência no meio ambiente. Outro preservativo que está em discussão é o brometo de metila, utilizado para tratamentos quarentenários e fitossanitários de embalagens e suportes de madeira para fins de importação e exportação. Em 1987, o Brasil, como signatário do Protocolo de Montreal, assumiu o compromisso de reduzir em 20% o consumo do Brometo de Metila (média de 1995-1998) no ano de 2005, e eliminar completamente o seu uso até o ano de 2015.

Além disso, os resíduos de madeira, gerados em serrarias, madeireiras ou moveleiras eram comumente utilizados como cama de aviário, combustível para fornos de clínquer, olarias ou outros, potencializando os impactos gerados por estes componente no ar, solo e água e consequentemente aos seres vivos.

Alguns resíduos, como os gerados na agroindústria da banana, laranja, soja e outros, possuem potencial para serem utilizados na produção de biodiesel. Na sequência são listados, alguns instrumentos legais que deliberam sobre a produção, utilização, financiamento e inserção do biodiesel na matriz energética brasileira.

- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 16, DE 17 DE DEZEMBRO DE 1993 (CONAMA, 1993) - *Dispõe sobre a obrigatoriedade de licenciamento ambiental para as especificações, fabricação, comercialização, e distribuição de novos combustíveis, e da outras providências.*
- PORTARIA ANP 240, DE 25 DE AGOSTO DE 2003 (ANP, 2003) - *Estabelece a regulamentação para a utilização de combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos não especificados no País.*
- LEI FEDERAL Nº 11.097, DE 13 DE JANEIRO DE 2005 (BRASIL, 2005a)- *Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nos 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências.*
- DECRETO FEDERAL Nº 5.448, DE 20 DE MAIO DE 2005 (BRASIL, 2005b) - *Regulamenta o § 1 o do art. 2 o da Lei n o 11.097, de 13 de janeiro de 2005, que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, e dá outras providências.*

Em relação aos efluentes gerados nas agroindústrias cita-se a Resolução CONAMA nº 430/11 (CONAMA, 2011) que complementa e altera a Resolução CONAMA nº 375/05 (CONAMA, 2005), dispondo sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Os critérios estabelecidos nestas resoluções devem ser considerados pelas agroindústrias primárias associadas ao setor agrosilvopastoril, se

VERSÃO PRELIMINAR

enquadrando aos padrões de lançamento estabelecido pela referida Resolução. No art. 2º da Resolução CONAMA 430/11 (CONAMA, 2011) é deliberado que a disposição de efluentes no solo, mesmo tratado, não está sujeita aos parâmetros e padrões de lançamento dispostos nesta Resolução, não podendo ser aplicada aos efluentes gerados nas criações animais. Porém, frisa em seu art. 3º que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores, após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

5.1 AVALIAÇÃO DA LEGISLAÇÃO EXISTENTE

Como pode se observar, a legislação publicada a nível nacional que regra o manejo, tratamento, disposição e uso dos resíduos sólidos do setor agrosilvopastoril é bastante restrita, sendo assim, com vistas a suprir as carências normativas voltadas ao gerenciamento dos resíduos do setor agrosilvopastoril sugere-se:

- a implementação de instrumentos legais que instituam como documento básico das atividades o Plano de Gerenciamento dos Resíduos no Setor Agrosilvopastoril;
- inclusão do setor no Sistema Nacional de Informações de Resíduos Sólidos;
- incentivo ao aproveitamento energético dos resíduos agrosilvopastoris, através de sistemas de tratamento (combustão ou biodigestão) individuais ou consorciados;
- criação de fundos de investimento que visem a implementação de projetos eco-eficientes na produção e agroindústrias primárias associadas ao setor agrosilvopastoril, buscando a minimização da geração de resíduo e manejo adequado dos mesmos;
- elaboração de políticas que subsidiem o manejo florestal, indicando a necessidade do plano de manejo de resíduos que sobram no campo, semelhante à Resolução CONAMA 406/2009 (CONAMA, 2009).

Além destas, o governo federal deve estimular que normativas regionais, estaduais ou municipais sejam criadas, a fim de suprir a necessidade de realidades específicas, tendo sempre associados programas de educação ambiental.

Especificamente para o setor da cadeia da madeira, sugere-se como modelo a Portaria Alemã, denominada de Portaria Madeira (ALTHOLZV, 2002), que regulamenta os requisitos de recuperação de resíduos e eliminação de resíduos de madeira, regula a reciclagem (material e energia) e a eliminação de resíduos de madeira na República Federal da Alemanha. Os resíduos de madeira, dos quais a portaria trata, referem-se aos que são gerados na indústria,

VERSÃO PRELIMINAR

bem como o material deixado no campo após a extração. A Portaria Madeira regulamenta a recuperação e procedimentos de descarte de resíduos de madeira, separando os resíduos de madeira em diferentes categorias, que são importantes em relação à decisão para a reciclagem ou eliminação. O Quadro 4, apresenta as categorias propostas para classificação dos resíduos de madeira, segundo o potencial de risco e reciclabilidade.

Categoria	Designação	Origem (exemplos)	Valorização / eliminação
AI	Madeira natural ou mecanicamente processada, praticamente não contaminada	Móveis feitos de madeira maciça, sem folhas adesivas	Adequados para reciclagem (por exemplo, produção de novas partículas)
A II	Madeira colada, Resíduo de madeira revestido, envernizado ou tratado sem compostos orgânicos halogenados e sem conservantes de madeira	Painéis colados, móveis sem PVC, portas interiores, tábuas	Adequados para reciclagem (por exemplo, produção de aglomerado novo)
A III	Resíduos de madeira com compostos orgânicos halogenados no revestimento, mas sem conservantes de madeira	Móveis com bordas de PVC ou revestimentos de PVC	Recuperação térmica em uma planta adequada
A IV	Resíduos de madeira tratada com conservantes de madeira, tais como dormentes, postes de telefone, lúpulo, postes de vinha, bem como outros resíduos que devido à sua contaminação, não podem ser atribuídos a categoria AI, AII e AIII, com exceção de resíduos de madeira que contenham PCB	Dormentes, postes, vigas, janelas, portas exteriores, cercas, móveis de jardim em madeira	Recuperação térmica em uma planta adequada
Resíduos de madeira, contendo PCB	Resíduos de madeira que são tratados com agentes que bifenilos policlorados (PCBs)	Com carvão creosoto impregnado postes, dormentes, placas de isolamento	Destinação adequada em aterros de resíduos perigosos.

Quadro 4 - Categorias de resíduos definidas pela legislação alemã (Portaria da Madeira)
Fonte: [Altholzverordnung – AltholzV] de agosto de 2002.

VERSÃO PRELIMINAR

A ausência de uma legislação específica para madeiras tratadas é outro problema existente quanto ao descarte da madeira, quer seja no âmbito da construção civil ou mesmo nas indústrias e residências. Existe uma falha no sentido de não existir um padrão normativo que oriente e alerte para o descarte dos diferentes tipos de madeira. Esse comportamento induz o mercado a tratar todos os resíduos de madeira da mesma forma, tendo surgido um mercado de resíduo de madeira tratada utilizado como combustível o qual pode trazer problemas ambientais com impactos irreversíveis.

Algumas recomendações quanto aos resíduos de madeira deveriam estar expostas em um instrumento resolutivo ou normativo, orientando de forma correta o descarte ou reutilização de madeira tratada. Algumas orientações apresentadas pela Associação Norte-Americana de Fabricantes CCA Research deveriam ser avaliadas e trabalhadas auxiliando na elaboração de um instrumento resolutivo.

Esta associação cita que o resíduo de madeira tratada com CCA (Cromo, Cobre, Arsênico) não pode ser queimado sem um controle ambiental rigoroso, pois libera arsênico e cinzas contendo metais pesados (JOHN, 2011); a madeira industrializada, que possui adesivos, também não deve ser queimada sem controle ambiental; a madeira tratada não pode ser reduzida a cavacos para uso em proteção de animais, pois aumenta a área exposta, aumentando a lixiviação; o depósito no solo também deve ser banido, pois poderá ocorrer lixiviação do material, contaminando o solo e lençol freático; de uma forma geral esses resíduos de madeira tratada não podem ser reutilizados em situações que terão contato direto com o ser humano, como mesas, revestimentos de paredes internas etc. como infelizmente acontece na arquitetura brasileira (JOHN, 2011). John (2011) cita ainda que algumas entidades, como a *California Short Line Railroad Association* recomendam o uso de luvas e máscaras, quando se trabalha com madeira tratada.

Diante dessas informações, o estabelecimento de uma legislação que estabeleça critérios de disposição para a madeira, vem contribuir como solução inicial para os problemas relacionados ao descarte inadequado deste produto.

VERSÃO PRELIMINAR

6 PLANOS E PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS

Conforme dados do MCT (2011), 7.532 projetos no mundo encontram-se em estágio de validação, aprovação e registro no Conselho Executivo do MDL. Deste total, 3.134 projetos já estão registrados e 4.398 estão em outras fases do ciclo. Neste cenário, o Brasil ocupa o 3º lugar com 489 projetos (6%), em primeiro lugar encontra-se a China com 2.951 projetos (39%) e, em segundo, a Índia com 2.054 projetos (27%).

Em termos do potencial de reduções de emissões associado aos projetos no ciclo do MDL, o Brasil ocupa a terceira posição, sendo responsável pela redução de 407.878.631 tCO_2e, o que corresponde a 5% do total mundial, para o primeiro período de obtenção de créditos, que podem ser de no máximo 10 anos para projetos de período fixo ou de 7 anos para projetos de período renovável (os projetos são renováveis por no máximo três períodos de 7 anos dando um total de 21 anos).

Os estados com maior número de atividades de projeto do MDL, no Brasil são: São Paulo com 21%; Minas Gerais com 16%, Rio Grande do Sul com 10% e Santa Catarina com 9%.

O número de projetos brasileiros desenvolvidos na área de suinocultura, somam 76, o que representa 15,5% do número de projetos, com uma redução anual de emissão de 4.222.884 tCO_2e, ou 8,2% de redução anual de emissão de CO_2.

Os principais projetos de MDL no setor agrícola estão relacionados principalmente à co-geração de energia com a utilização de bagaço de cana-de-açúcar e casca de arroz. Atualmente a capacidade instalada de atividades aprovadas pela CIMGC (Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima), que utilizam a co-geração bagaço e outras biomassas, corresponde a 30% do total, gerando 1.334 MW. A maior parte destes projetos, estão associados à geração de energia a partir de resíduos de processamento de cana-de-açúcar, uma fonte renovável de energia, a qual se transforma em uma alternativa que permite prolongar a instalação e/ou despacho de eletricidade produzida por unidades de geração com combustível fóssil.

No setor florestal, os projetos de MDL se concentram na área de geração de eletricidade através de biomassa de resíduos de madeira, oriundos de serrarias, as quais geram grande quantidade de resíduos. Estes projetos geralmente se enquadram na categoria de projetos de pequena escala, já que a capacidade instalada dificilmente ultrapassa 15 MW. Especialmente no setor florestal estão em discussão os projetos de REDD, sigla inglesa para Emissões Reduzidas do Desmatamento e da Degradação. O objetivo do REDD é pagar para

VERSÃO PRELIMINAR

manter as florestas intactas. O pagamento, por meio da venda de créditos de carbono, refletiria o valor do carbono armazenado nas florestas, ou os custos ambientais advindos da extração de madeira e da ocupação agropecuária. Embora desperte curiosidade e um grande interesse por parte dos investidores, REDD ainda não é um caminho consolidado, estabilizado. Falta escala de projetos realizados, *cases* reais, acessíveis, sobretudo, aos proprietários de médio e pequeno porte, e por fim que possam ser replicados.

Os projetos elencados acima se enquadram no escopo setorial de energias renováveis, existindo atualmente 252 projetos na área, representando cerca de 52,1% das atividades existentes no Brasil. Conforme MCT (2011), a totalidade destas atividades, apresenta um potencial de redução anual de CO_2 de 20.657.016 tCO_2e, correspondendo a 39,9% do total.

6.1 PROGRAMAS GOVERNAMENTAIS DE INCENTIVO AO MANEJO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS DO SETOR AGROSILVOPASTORIL

Um dos programas desenvolvidos na área de resíduos, pelo governo Federal é o programa denominado como "Brasil Joga Limpo". Este foi elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente no ano de 2000, com a finalidade de desenvolver ações de melhor gestão dos resíduos nas cidades e no campo por meio de um trabalho conjunto e participativo, integrando governo e comunidade com vantagens no aspecto ambiental e social dessas comunidades. Os objetivos do programa eram de evitar a geração de resíduos, aumentar a reciclagem e o reaproveitamento destes, garantindo destinação adequada a todos os resíduos, em consonância com as normas ambientais (QUIRINO, 2004).

As principais ações que seriam atendidas pelo Programa são as elencadas a seguir:

- elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos;
- elaboração do Projeto Executivo para a implantação do investimento previsto;
- implantação do Aterro Sanitário;
- implantação de Unidades de Tratamento;
- implantação de Unidades de Obras de Destino Final;
- implantação de Coleta Seletiva;
- recuperação de Lixão.

Com relação à gestão ambiental rural, o Programa "Brasil Joga Limpo" direcionou-se às causas que resultam em impactos ambientais (desmatamento, erosão, enchentes, contaminação dos recursos hídricos, resíduos de agrotóxicos) e que agravam a situação de

VERSÃO PRELIMINAR

pobreza na área rural e em cidades de pequeno porte (ABRASIL, 2011). A atuação do programa voltava-se para a elaboração e disseminação de informações e/ou de normas, critérios e instrumentos tecnológicos e metodológicos de gestão, que orientassem os assentamentos humanos no meio rural nos aspectos relacionados ao uso adequado do solo, saneamento rural, proteção de matas ciliares e mananciais, uso e manejo dos resíduos sólidos do campo, oriundos de atividades agrícolas e não-agrícolas, incluindo a gestão de resíduos agroindustriais e domésticos.

Este programa fez parte do Plano PluriAnual 2000-2003 do governo Federal. Uma análise crítica realizada pela Agência Avança Brasil, apresentou a necessidade de melhorias na caracterização do público-alvo, na capacitação de gestores e técnicos, a geração de indicadores, acompanhamento in loco de monitoramento de projetos, além de sua reformulação. Não existem referências quanto aos resultados do programa, destaca-se, porém, a necessidade de elaboração de programas semelhantes que incentivem a minimização da geração de resíduos, reciclagem e reaproveitamento dos resíduos relativos ao setor agrosilvopastoril.

Outra estratégia do Governo Federal, voltada à utilização dos resíduos agrosilvopastoril é o Plano Nacional de Agroenergia (PNA) desenvolvido para o período de 2006/2011 (MAPA, 2006). O referido plano, objetiva a partir da análise da realidade e das perspectivas futuras da matriz energética mundial, organizar uma proposta de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação e de Transferência de Tecnologia (PD&I e da TT). A proposta visa conferir sustentabilidade, competitividade e maior equidade entre os agentes das cadeias de agroenergia, em conformidade com os anseios da sociedade, as demandas dos clientes e as políticas públicas das áreas energética, social, ambiental, agropecuária e de abastecimento. Conforme informações apresentadas no documento, em curto prazo, uma das forças propulsoras da demanda por agroenergia será a pressão ambiental pela substituição de combustíveis fósseis.

O PD&I e TT desdobram-se em quatro grandes áreas baseadas nas principais cadeias produtivas agroenergéticas: o etanol e a co-geração de energia, provenientes da cana-de-açúcar; o biodiesel de fontes animais e vegetais; a biomassa florestal e os resíduos e dejetos agropecuários e da agroindústria.

O foco da PD&I e TT tem como etapas a matéria-prima, os processos e formas de energia. Como matérias-primas o programa aponta os produtos agrícolas, produtos florestais, resíduos e dejetos. A estas matérias-primas serão aplicados os processos de fermentação,

VERSÃO PRELIMINAR

pirólise, gaseificação, digestão anaeróbia, combustão, reação química e hidrólise. A energia poderá ser aproveitada na forma de calor, eletricidade ou biocombustíveis.

O Plano Nacional de Energia 2006/2011 (MAPA, 2006) coloca que a agricultura é alternativa viável, do ponto de vista econômico, social e ambiental para a geração de energia renovável. A produção de álcool, a partir de cana-de-açúcar, é um exemplo mundial de sucesso, por substituir parte substancial de gasolina utilizada no transporte, sendo possível repetir o mesmo processo com outras biomassas. O documento coloca ainda que, sendo a agricultura alternativa viável para enfrentar os desafios da produção da agroenergia, passa a ser responsabilidade do Mapa desenvolver uma programação que atenda às necessidades do País por suprimento de bioenergia.

Para os efeitos do PNA, considera-se que a agroenergia é composta por quatro grandes grupos: etanol e co-geração de energia provenientes da cana-de-açúcar; biodiesel de fontes lipídicas (animais e vegetais); biomassa florestal e resíduos; e dejetos agropecuários e da agroindústria. Das florestas energéticas obtêm-se diferentes formas de energia, como lenha, carvão, briquetes, finos (fragmentos de carvão com diâmetro pequeno) e licor negro. O biogás é originário da digestão anaeróbia da matéria orgânica. O biodiesel pode ser obtido de óleos vegetais, gorduras animais ou resíduos da agroindústria. O etanol, embora possa ser obtido de outras fontes, apresenta competitividade quase imbatível quando resultante da cana-de-açúcar. E os resíduos, tanto da produção agropecuária quanto da agroindústria, bem como os dejetos desse processo, podem ser convertidos em diferentes formas secundárias de energia, como briquetes, biogás, biodiesel, etc.

Dentre os programas desenvolvidos a nível nacional, cita-se também o Programa da Agricultura de Baixo Carbono (ABC) (MAPA, 2010). As ações a serem desenvolvidas pelo referido programa, estão inseridas no Plano Agrícola e Pecuário 2010/2011 e prevêem a aplicação de R$ 2 bilhões em técnicas que garantem eficiência no campo, com balanço positivo entre sequestro e emissão de dióxido de carbono (CO_2).

O ABC tem como proposta difundir uma nova agricultura sustentável, que reduza o aquecimento global e a liberação de carbono na atmosfera e incentiva seis iniciativas básicas com metas e resultados previstos até 2020, que são:

- plantio direto na palha;
- recuperação de pastos degradados;
- integração lavoura-pecuária-floresta;
- plantio de florestas comerciais;

VERSÃO PRELIMINAR

- fixação biológica de nitrogênio;
- tratamento de resíduos animais.

A iniciativa de tratamento dos resíduos animais visa aproveitar os dejetos de suínos e de outros animais para a produção de energia (gás) e de composto orgânico, além do benefício da possibilidade de certificados de redução de emissão de gases, emitidos por mercados compradores. O objetivo desta iniciativa é de tratar 4,4 milhões de metros cúbicos de resíduos da suinocultura e outras atividades, deixando de lançar 6,9 milhões de toneladas de CO_2 equivalentes na atmosfera.

6.2 PROGRAMAS DE APOIO FINANCEIRO

A Resolução nº 3.979 de maio de 2011 (BCB, 2011), dispõe sobre programas de investimento agropecuário amparados em recursos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Dentre os programas incluídos nesta resolução, citam-se três com relevância para o manejo e tratamento de resíduos agropecuários, sendo eles:

1. Programa de Modernização da Agricultura e Conservação dos Recursos Naturais (MODERAGRO)

Os investimentos deste programa são de até R$850.000.000,00 (oitocentos e cinquenta milhões de reais), podendo ser financiáveis os itens de: construção, instalação e modernização de benfeitorias, aquisição de equipamentos de uso geral, inclusos os para o manejo e contenção dos animais e para a geração de energia alternativa à eletricidade convencional, investimentos necessários ao suprimento de água, alimentação e tratamento de dejetos relacionados às atividades de criação animal, além de obras decorrentes da execução de projeto de adequação sanitária e/ou ambiental relacionado às atividades constantes das finalidades do Programa MODEAGRO.

2. Programa de Desenvolvimento Cooperativo para Agregação de Valor à Produção Agropecuária (PRODECOOP)

Os investimentos deste programa são de até R$1.950.000.000,00 (um bilhão novecentos e cinquenta milhões de reais), sendo financiáveis itens ligados ao manejo e tratamento de dejetos como: implantação de sistemas para geração e cogeração de energia e linhas de ligação, para consumo próprio como parte integrante de um projeto de agroindústria;

VERSÃO PRELIMINAR

implantação, conservação e expansão de sistemas de tratamento de efluentes e de projetos de adequação ambiental, inclusive reflorestamento; implantação, ampliação e modernização de projetos de adequação sanitária; e instalação, ampliação e modernização de unidades industriais para a produção de biocombustíveis e açúcar.

3. Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura (Programa ABC)

Os investimentos deste programa são de até R$2.300.000.000,00 (dois bilhões e trezentos milhões de reais), sendo financiável a implantação de sistemas orgânicos de produção agropecuária; implantação, manutenção e manejo de florestas comerciais, inclusive aquelas destinadas ao uso industrial ou à produção de carvão vegetal; adequação ou regularização das propriedades rurais frente à legislação ambiental, inclusive recuperação da reserva legal, de áreas de preservação permanente, e o tratamento de dejetos e resíduos, entre outros; e implantação de planos de manejo florestal sustentável.

Outra resolução que prevê recursos para o manejo e tratamento de dejetos animais é a Resolucão nº 3.896, de 17 de agosto de 2010 (BCB, 2010), que institui, no âmbito do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura (Programa ABC), já citado anteriormente. Para este programa foi disponibilizado o montante de recursos disponíveis é de até R$1.000.000.000,00 (um bilhão de reais) a serem aplicados no período de 1º de julho de 2010 a 30 de junho de 2011.

Outros programas de cunho financeiro do governo direcionados para o setor florestal estão apresentados no Quadro 5.

VERSÃO PRELIMINAR

Programa	Beneficiários	Finalidade	Teto por Beneficiário
Pronaf ECO	Grupo "Agricultores Familiares".	• Financiar investimento em: - Silvicultura (produtos madeireiros e não madeireiros); - Práticas conservacionistas e de correção da fertilidade do solo; - Tecnologias ambientais (estação de tratamento de efluentes, compostagem e reciclagem) e energia renovável (biomassa, energia solar, etc.) - Cultura do dendê.	R$ 50 a 65 mil
Propflora	Produtores rurais (pessoas físicas ou jurídicas) e suas associações e cooperativas.	• Financiar investimento em: - Implantação e manutenção de florestas destinadas ao uso industrial e à produção de carvão vegetal; - Recomposição e manutenção de APP e de RL; - Projetos agroflorestais; - Implantação de viveiros de mudas florestais; - Manejo florestal; - Implantação e manutenção de plantios de dendezeiro destinadas à produção de biocombustível. • Financiar custeio associado a projeto de investimento, limitado a 35% do seu valor. • Financiar despesas relacionadas ao uso de mão-de-obra própria.	R$ 300 mil
Produsa	Produtores rurais (pessoas físicas ou jurídicas) e suas cooperativas	- Implantação de sistemas de "integração lavoura-pecuária e silvicultura" (adequação do solo para implantação de florestas e pastagens; construção de instalações; assistência técnica); - Recuperação de áreas degradadas e adequação ambiental depropriedades rurais (notadamente a recomposição das áreas de RL e APP, inclusive mediante o manejo florestal sustentável em RL); - Sistemas orgânicos de produção agropecuária. • Financiar custeio associado ao investimento: até 30% do valor financiado.	R$ 300 a 400 mil
BNDES Florestal	Pessoas jurídicas de direito privado (sociedades, associações e fundações); empresários individuais; pessoa jurídica de direito público.	• Financiar florestamento e reflorestamento para fins energéticos: suprimento de madeira à cadeia produtiva de ferro gusa, ferroligas, produtos cerâmicos e cal (outros setores poderão ser apoiados). • Financiar manejo florestal de áreas nativas (exceto projetos na Mata Atlântica). • Financiar reflorestamento, com espécies florestais nativas, para fins de conservação e recuperação de áreas degradadas ou convertidas, inclusive APP e RL.	R$ 1 milhão
BNDES – Apoio a Investimentos em Meio Ambiente	Pessoas jurídicas.	• Financiar: - Saneamento básico e projetos inseridos nos Comitês de Bacia Hidrográfica. - Eco-eficiência: tratamento e reuso da água; substituição de combustíveis fósseis por fontes renováveis; etc. - Conservação de ecossistemas e biodiversidade (controle de erosão; pesquisa de fármacos e cosméticos, etc.) e recuperação de passivos ambientais (áreas degradadas com derramamento de óleos, percolação de substâncias nocivas, etc.). - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: estudo de viabilidade, elaboração do projeto, Documento de Concepção de Projeto (PDD) e processo de validação e registro. - Planejamento e gestão: certificações ambientais; estudos de Impacto Ambiental e as respectivas ações de prevenção e mitigação.	R$10 Milhões

Quadro 5 – Programas de Financiamento Florestal
Fonte: SFB (2010)

VERSÃO PRELIMINAR

Destes programas citados, cabe destacar o Pronaf ECO, que incentiva tecnologias ambientais como a compostagem e geração de energias renováveis e traz como exemplo a utilização da biomassa. Este programa representa um avanço para o país no sentido de agregar valor econômico aos resíduos oriundos do setor de silvicultura, fator importante diante da nova mentalidade que o país deve apresentar após a instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Outros programas, como o PropFlora, também apresentam pontos positivos quanto à questão do resíduo sólido, uma vez que apontam para investimentos no manejo de florestas plantadas. No manejo, atualmente perde-se uma grande quantidade de madeira, gerando por sua vez grande quantidade de resíduos. Projetos que venham contribuir para o melhor manejo e menor geração de resíduos devem ganhar destaque nos próximos anos.

VERSÃO PRELIMINAR

7 ANÁLISE INTEGRADA DOS RESULTADOS

Na Tabela 85, Tabela 86 e Tabela 87, é possível observar a ampla geração de resíduos advindos da agricultura, pecuária, silvicultura e suas agroindústrias associadas. Para o ano de 2009, a geração de resíduos sólidos foi de 694.928.344 toneladas, enquanto a geração de efluentes total foi de 725.796.408 m³ neste mesmo período. Com base nestes dados, é possível observar que o maior gerador de resíduos é o setor da pecuária, mais especificamente na criação de bovinos de leite. O setor da pecuária detém sozinho, a geração de aproximadamente 53% dos resíduos nesse ano, ou seja, mais da metade do gerado no Brasil (foco deste diagnóstico). O setor da agricultura tem uma percentagem participativa de aproximadamente 42% dos resíduos gerados nesse período, enquanto o setor da silvicultura abrange cerca de 5% desta totalidade. Ao analisar-se a geração de efluentes, observa-se a potencialidade de geração no setor da agricultura, mais especificamente na geração da vinhaça a partir das destilarias de álcool. A vinhaça representa sozinha, um percentual de 87% dos efluentes gerados nesse ano, enquanto os outros 17% são referentes aos efluentes gerados nas agroindústrias associadas a pecuária.

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 85 – Resumo dos dados de produção, geração de resíduos e potencial energético da agricultura

SETOR	PRODUTO/FASE	PRODUÇÃO TOTAL			% RESÍDUOS	TOTAL DE RESÍDUOS (T/ANO)	EFLUENTES (m³/ANO)	POTENCIAL ENERGÉTICO (MW)
AGROINDÚSTRIA ASSOCIADA À AGRICULTURA	Culturas	Produção (t)	Consumo in-natura (t)	Industrialização (t)				
	Soja	57.345.382	0	57.345.382	73	41.862.129	0	3.422
	Milho	50.745.996	0	50.745.996	58	29.432.678	0	2.406
	Cana-de-açúcar (bagaço e torta de filtro)	671.394.957	0	671.394.957	30	201.418.487	0	16.464
	Cana-de-açúcar (vinhaça)				-	-	604.255.461	-
	Feijão	3.486.763	0	3.486.763	53	1.847.984	0	143
	Arroz	12.651.774	0	12.651.774	20	2.530.355	0	175
	Trigo	5.055.525	0	5.055.525	60	3.033.315	0	238
	Mandioca	23.786.281	0	23.786.281	0	0	0	-
	Café	2.440.057	0	2.440.057	50	1.220.029	0	97
	Cacau	218.487	0	218.487	38	83.025	0	7
	Banana	6.642.739	6.443.457	199.282	50	99.640	0	-
	Laranja	17.650.551	706.022	16.944.529	50	8.825.276	0	-
	Coco-da-baia	964.303	289.291	675.012	60	405.009	0	39
	Castanha de caju	220.505	110.253	110.253	73	80.484	0	8
	Uva	1.365.720	751.146	614.574	40	0	0	-
	TOTAL	**853.969.040**	**8.300.169**	**845.668.872**	**655**	**290.838.411**	**604.255.461**	**22.999**

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 86 - Resumo dos dados de produção, geração de resíduos e potencial energético da pecuária

SETOR	PRODUTO/FASE	PRODUÇÃO TOTAL	% RESÍDUOS	TOTAL DE RESÍDUOS (T/ANO)	EFLUENTES (m³/ANO)	POTENCIAL ENERGÉTICO (MW/ANO)
PECUÁRIA	Criações	Cabeças		Dejetos t/ano		
	Aves (postura e corte)	4.982.512.597	_	28.025.854	_	137
	Bovinos (leite)	22.435.289	_	316.909.675	_	1.032
	Suínos	38.045.454	_	20.379.732	_	122
	SUBTOTAL	**5.042.993.340**	**_**	**365.315.261**	**_**	**1.291**
AGROINDÚSTRIA ASSOCIADA À PECUÁRIA	Agroindústrias	Animais abatidos/ mil litros de leite				
	Abatedouro de aves	4.773.641.106	_	_	69.434.780	7,6
	Abatedouros de bovinos	12.037.241.550	_	216.670	19.643.882	2,2
	Abatedouro de suínos	30.932.830	_	49.493	12.373.132	1,4
	Graxaria	_	_	_	6.844.808	0,8
	Laticínio	19.497.875	_	_	13.244.345	2,6
	SUBTOTAL	**16.861.313.361**	**_**	**266.163**	**121.540.947**	**15**
	TOTAL	**21.904.306.701**	**0**	**365.581.424**	**121.540.947**	**1.306**

VERSÃO PRELIMINAR

Tabela 87 - Resumo dos dados de produção, geração de resíduos e potencial energético da silvicultura

SETOR	PRODUTO/FASE	PRODUÇÃO TOTAL (m³/ano)	% RESÍDUOS	TOTAL DE RESÍDUOS (T/ANO)	EFLUENTES (m³/ANO)	POTENCIAL ENERGÉTICO (MW/ANO)
FLORESTAL	Etapas da cadeia produtiva	Produção de madeira em tora				
	Colheita	122.159.595	15%	15.658.154		650
	Processamento Mecânico		45%	22.850.355		954
	TOTAL			**38.508.509**		**1.604**

VERSÃO PRELIMINAR

Atualmente, a geração de energia por biomassa no Brasil representa 6,76% de sua matriz energética, com capacidade instalada de 8.306 MW. A Tabela 88 apresenta alguns dados referentes à utilização da biomassa no país.

Tabela 88 – Matriz energética brasileira do tipo biomassa

Tipo		Capacidade Instalada		%
		Nº de usinas	MW	
Biomassa	Bagaço de Cana	336	6.611	5,38
	Licor Negro	14	1.245	1,01
	Madeira	41	359,5	0,29
	Biogás	14	70,7	0,06
	Casca de Arroz	6	18,9	0,02

Fonte: ANEEL (2011)

Os resíduos agrícolas foram os que apresentaram maior potencial de geração de energia elétrica, no entanto, sabe-se que a maior parte desses resíduos são utilizados para a alimentação animal, alimentação humana, fertilizante orgânico entre outros, os quais são usos nobres. Caso fosse possível quantificar os valores de uso dos resíduos agrícolas para os fins mais nobres, o valor total de energia potencial seria significativamente reduzido.

Entende-se, também, que ocorrem inviabilidades técnicas no aproveitamento dos resíduos, devidas a equipamentos, transportes, localização e outros, sendo que a geração não é centralizada para que se possa atingir esse valor de potencial energético. Estudos específicos em determinadas regiões, porém, pode aumentar a participação da utilização de resíduos de biomassa na matriz energética brasileira. Também, soma-se a isso o fato de que o modelo de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia do setor elétrico dificulta iniciativas de implantação de empreendimentos energéticos.

VERSÃO PRELIMINAR

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As estimativas da geração de resíduos oriundos das agroindústrias associadas à agricultura para o Brasil representaram em torno de 290.838.411 milhões de toneladas de resíduos para o ano de 2009. Ilustrativamente, o uso energético desses resíduos poderia representar um potencial energético instalado de até 23 GW, o que equivale a 201.471 GWh. Os resíduos que mais contribuíram com estes valores, cerca de 69%, foram o bagaço e a torta de filtro, oriundos da cana-de-açúcar, gerados em sua maioria na região Sudeste.

As agroindústrias associadas à agricultura geram ainda efluentes, estando neste diagnóstico pontuada a geração da vinhaça a partir do processamento da cana-de-açúcar nas destilarias. Este efluente, para o ano de 2009, foi gerado num volume de 604.255.461 m³, o que em tese seria suficiente para obter-se um potencial elétrico instalado de 334 GW, o que equivale a 2.925.840 GWh. Como este resíduo é comumente empregado in-natura nas lavouras de cana-de-açúcar na forma de fertirrigação, ele não foi considerado para geração de energia, e sim somente para fertilização.

Ressalta-se, ainda, que parte significativa dos resíduos gerados nas agroindústrias da agricultura já é destinada para outros usos como a alimentação animal, alimentação humana, fertilizante orgânico, entre outros, os quais não foram quantificados neste estudo por falta de dados e, portanto, a quantidade de resíduos que estaria disponível para uso energético seria, na realidade, menor do que a estimada.

Em relação às estimativas de produção de dejetos pela pecuária, obteve-se um valor de 1.703.773.970 t/ano para o Brasil, sendo que 32% deste dejeto são gerados na região Centro-Oeste onde está concentrada a criação de bovinos de corte. No entanto, como a criação de bovinos de corte ocorre em sua maioria no modelo extensivo, não há viabilidade de aproveitamento dos mesmos em sistemas de biodigestão, ficando dispostos no solo.

A região Sul merece destaque pela quantidade de dejetos gerados na criação de aves de corte (7.530.163 t/ano - não considerando a cama de aviário) e dejetos de suínos (9.876.639 t/ano). A região Sudeste merece destaque pela quantidade de dejetos gerados pelas criações de gado de leite (106.168.600 t/ano) e aves de postura (4.329.543t/ano). A biodigestão destes resíduos, apresentou potencial ilustrativo de geração de 10.736 GWh/ano. Associada as criações, têm-se as indústrias primárias (abatedouros, laticínios e graxarias), que geram resíduos sólidos e líquidos, e possuem potencial para geração de 129 GWh/ano.

A avaliação da geração dos resíduos da silvicultura foi realizada com base em estimativa de resíduos gerados na colheita florestal, processamento mecânico da madeira e

VERSÃO PRELIMINAR

produção de papel e celulose. Estimou-se um total de 85.574.464,76 m³/ano de resíduo florestal em duas etapas da cadeia produtiva da madeira (colheita e processamento mecânico), gerado em maiores quantidades nos estados do Paraná, São Paulo, Bahia e Santa Catarina, não sendo contabilizada a geração na segunda indústria de transformação. Os resíduos das indústrias de papel e celulose totalizaram 10.916.640 t/ano de resíduos, não sendo quantificados especificamente para as regiões. Para o setor da silvicultura estimou-se uma geração potencial de 1604 MW, não sendo contabilizado o potencial gerado, por exemplo, nas indústrias de celulose, como o caso do licor negro, que é utilizado como co-geração de energia nas indústrias de celulose.

A energia elétrica gerada a partir dos resíduos advindos do setor agrosilvopastoril serviria para atender prioritariamente as necessidades dos empreendimentos e o excedente poderia ser comercializado, dependendo das condições do mercado de energia. Ressalta-se, porém, que qualquer sistema gerador de energia possui um gasto de operacionalização na própria planta, ou seja, parte do valor total de energia estimado seria empregado na operação da própria planta. É importante frisar ainda, que estudos mais específicos devem ser realizados considerando a geração espacial destes resíduos, formação de clusters, implementação de sistemas coletivos de biodigestão ou combustão, quando possível, para analisar a sua viabilidade econômica. Reitera-se que a tecnologia de biodigestão evita a emissão de trilhões de m³CH4/ano, além de gerar um composto estável, com menor potencial poluidor, elimina patógenos e reduz odores.

No que diz respeito à combustão, uma avaliação conjunta entre resíduos agrosilvopastoris e resíduos sólidos urbanos, pode ser viável uma vez que dependendo da opção tecnológica destes sistemas e da localização dos mesmos, a geração de energia pode ser otimizada. Neste sentido, sempre que se pensar em sistemas térmicos é fundamental que se avalie a geração de resíduos como um todo (urbano e agrosilvopastoril) considerando-se o potencial energético agregado, mas também estudos de logística, custo-benefício e viabilidade econômica.

Os impactos ambientais causados pela geração de resíduos das atividades avaliadas, bem como das agroindústrias associadas, podem ser positivos quando estes forem utilizados como fertilizante orgânico ou utilizados como fonte de energia renovável. Entretanto, caso estes resíduos não sejam bem manejados, tratados e dispostos possuem alto potencial de gerar impactos negativos, provocando contaminação do solo, da água e do ar, além de riscos a saúde ambiental e funcionamento dos ecossistemas, custos a saúde pública e em longo prazo

VERSÃO PRELIMINAR

podem inviabilizar a continuidade destas atividades. Outro aspecto a ser considerado, embora não seja foco deste estudo, mas o é no que diz respeito aos impactos potenciais das atividades, é o consumo de água, que dependendo do recurso de onde esta é retirada a atividade pode ser inviabilizada.

Na análise da legislação identificaram-se como principais carências a falta de normativas que instituam como documento básico das atividades o Plano de gerenciamento dos resíduos no setor agrosilvopastoril, inclusão de informações do setor no sistema de informações de resíduos sólidos e incentivo ao aproveitamento energético dos mesmos, através de sistemas de tratamento (combustão ou biodigestão) individuais ou consorciados.

Cabe uma ressalva ainda, em especial, aos resíduos de madeira uma vez que este tem uma contribuição importante em outros setores geradores de resíduos, em particular nos resíduos urbanos. Os resíduos de madeira merecem um destaque especial na política, tanto pelo volume gerado na indústria de beneficiamento e no pós-consumo de produtos de base florestal e moveleiro, quanto ao potencial de periculosidade que pode apresentar em se tratando de madeiras tratadas com preservantes. A Cadeia Madeira-Móveis, por exemplo, envolve diferentes setores industriais que vão desde as serrarias e madeireiras, ou atividades de colheita e desdobro da madeira, indústrias de processamento da madeira para produção de compósitos (MDF, aglomerados, OBS) até a produção de móveis e utensílios a cargo das indústrias moveleiras, marcenarias e artesanais.

Aponta-se, no entanto, o que ocorre com a matéria prima que passa a agregar compostos químicos como fenóis e formol tornando os materiais desenvolvidos a partir desta matéria prima industrializada, problemáticos do ponto de vista da sua utilização para queima direta sem sistemas de tratamento ou até mesmo a disposição no solo. Estudos desenvolvidos no Pólo Moveleiro da Serra Gaúcha, relativamente à destinação de resíduos de compósitos, apontaram para a utilização em fornos de olarias em sua maior parte e em fogões domésticos e lareiras, haja vista a questão cultural local derivada dos invernos rigorosos e da própria cultura regional.

Com relação à indústria moveleira e marcenaria, além do fato citado anteriormente cabe destacar a questão do pós-uso de seus produtos que vão se revelar em problema no gerenciamento de resíduos urbanos, uma vez que o maior contingente em termos volumétricos do que se convenciona chamar de resíduos volumosos é oriundo deste sistema produtivo (móveis em geral, sofás, armários, etc). Uma atenção especial a este contingente de resíduos associados indiretamente ao setor da silvicultura deve ser dada em se tratando de estabelecer

VERSÃO PRELIMINAR

políticas públicas de gestão dos resíduos de madeira. No entender destes pesquisadores, a gestão destes resíduos merece destaque como política de logística reversa e de recuperação da mesma forma que as embalagens ao processo produtivo a exemplo do que é feito em países europeus, em particular a Alemanha, onde há uma legislação específica para resíduos de madeira. Estes resíduos retornam ao ciclo produtivo para produção de chapas aglomeradas e geração de energia da mesma forma que as embalagens, fazendo distinção aos diferentes usos em função do grau de contaminação decorrente do uso anterior. Isto poderia ser copiado em termos de política especial para esta categoria de resíduo, o que levaria a uma minimização dos impactos com a extração vegetal e com os plantios de florestas equânimes.

Outra atividade que merece destaque e que é igualmente geradora de resíduos de madeira é a indústria da construção civil, que embora tenha passado por um processo de modernização do processo construtivo com uso de materiais que podem ser reutilizados em várias obras, ainda utiliza muito a madeira como material estrutural quer seja nas edificações quer seja como material de base (casas de madeira, forros, pisos, etc). Aqui também cabe uma atenção quanto ao potencial de contaminação dos resíduos de madeira em função do uso.

Outro setor que tem como resíduo da atividade produtos de madeira é o setor energético (postes de linhas de transmissão), que paulatinamente vem substituindo os postes de madeira e que é um problema em potencial dependendo do uso a ser dado aos mesmos quando retirados, pois se trata de madeira tratada com a utilização de preservantes, como o pentaclorofenol. Este tema merece pelo menos uma recomendação em futuros instrumentos legais e normativos que venham a tratar de resíduos de madeira.

Por se tratar de uma matéria prima perecível e sujeita ao ataque de microorganismos, a madeira recebe, dependendo o caso, tratamento à base de produtos químicos como já foi citado, e na maioria das vezes por processos de acabamento à base de tintas, vernizes e congêneres como é o caso dos móveis e utensílios de madeira. Neste sentido reforça-se igualmente a atenção e o cuidado com o trato desta questão.

Com base em todos os dados apresentados e na evolução econômica dos setores que apresenta crescimento do setor nos próximos anos, verifica-se além da necessidade de implementação de novas políticas de gerenciamento dos resíduos, a viabilidade de implementação de sistemas de tratamento e aproveitamento desta biomassa. O crescimento do setor indica que a geração de resíduos continuará ocorrendo e o seu manejo, tratamento e disposição devem ser adequados, já que estas atividades dependem prioritariamente de recursos naturais para existirem.

VERSÃO PRELIMINAR

REFERÊNCIAS

AALBORG INDUSTRIES S.A. **Poder calorífico inferior dos resíduos.** s.d. Disponível em: <http://www.aalborg-industries.com.br/downloads/poder-calorifico-inf.pdf>. Acesso: 02. Jun. 2011.

ABAG- Associação Brasileira do Agronegócio. **Dados da Safra Agrícola.** 2010. Disponível em: <http://www.abag.com.br/index.php?mpg=04.00.00>. Acesso em 10. jun. 2011.

ABEF - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRANGO. **Exportações Brasileiras de Carne de Frango 2009.** Disponível: <http://www.abef.com.br/noticias_portal/exibenoticia.php?notcodigo=1708>. Acesso em: 02 abr. 2011.

ABIB – Associação Brasileira de Indústrias da Biomassa. **Inventário Residual Brasil.** 2011. Disponível em: <http://pt.calameo.com/accounts/200968>. Acesso em: maio 2011.

ABIMCI. **Resíduos de madeira geradores de receita.** Artigo Técnico nº 4. [*sem data*]. Disponível em:<www.abimci.com.br/index.php?option=com_docman&task.>. Acesso em: jul. 2011.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2004) **NBR 10.004: Resíduos Sólidos: classificação.** Rio de Janeiro, 2004.

ABRAF. Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário estatístico da ABRAF 2010.** Ano base 2009/ ABRAF. – Brasília, 2010.

ABRASIL. **Brasil Joga Limpo**. Disponível em: <http://www.abrasil.gov.br/ avalppa/RelAvalPPA2002/content/av_prog/295/prog295.htm>. Acesso em: jun. 2011

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO – ANP. Portaria nº 240, de 25 de agosto de 2003. **Estabelece a regulamentação para a utilização de combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos não especificados no País.** Rio de Janeiro, 25 de agosto de 2003. Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/docs/P240_2003.PDF>. Acesso em: 16 abr. 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Resolução - RDC nº 164, de 18 de agosto de 2006. Brasília, 18 de agosto de 2006. Disponível em: <ftp://ftp.saude.sp.gov.br/ftpsessp/bibliote/informe_eletronico/2006/iels.agosto.06/iels161/U_ RS-ANVS-RDC-164_180806.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2011.

AGRIBANDS (s.d.). Disponível em: <http://www.agribrands.com.br/produtos_frangocorte _resultadoscampo.asp>. Acesso em: 19 jun. 2006.

ALEMANHA. Ministério Federal de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ). **Guía de proteccíon ambiental: material auxiliar para la identificación y eveluación de impactos ambientales. Eschborn: (GTZ) GmbH, 1996. Tomo II.** Disponível em: <http://ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/HDL/ENV/envsp/Vol247.htm#53.%20Mataderos

VERSÃO PRELIMINAR

%20y%20elaboraci%EF%BF%BDn%20de%20productos%20c%EF%BF%BDrnic>. Acesso em: 02 mai. 2011.

ALENCAR, M. M. de; POTT, E. B. **Criação de Bovinos de Corte na Região Sudeste.** São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste. 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/BovinoCorte/BovinoCorteRegiaoSudeste/index.htm>. Acesso em: 20 abr. 2011.

ALEXANDRINO, A. M.; FARIA, H. G.; SOUZA, C. G. M.; PERALTA, R. M. **Aproveitamento do resíduo de laranja para a produção de enzimas lignocelulolíticas por *Pleurotus ostreatus* (Jack:Fr).** 2007. Campinas, São Paulo.

ALVES, P. A. M.; LIZIEIRE, R. S. **Teste de um Sucedâneo na Produção de Vitelos.** Revista Brasileira de Zootecnia. 30(3):817-823.Viçosa: 2001.

AMARAL, A.L do et al. **Boas Práticas de Produção de Suínos. Circular Técnica 50.** Embrapa Suínos e Aves. Concórdia – S.C. 2006.

ANEEL – AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA**. Atlas de Energia Elétrica do Brasil.** 3 ed. – Brasília: Aneel, 2008.

ANEEL – AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA**. Matriz de Energia Elétrica.** Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.asp>. Acesso em: jul. 2011.

ANEEL – AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Panorama do Potencial de Biomassa no Brasil.** 2002. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/panorama_biomassa.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2011.

ARIMA, E.; VERÍSSIMO, A.; SOUZA JUNIOR, C. **A atividade madeireira e desmatamento na Amazônia**. Piracicaba: IICA – Embrapa, 1999.

ASAE. AMERCIAN SOCIETY OF AGRICULUTRAL ENGINEERS**. Manure production and characteristics.** St Joseph, MI, 2003. (ASAE Standards, D383.1). Disponível em:<www.manuremanagement.cornell.edu/.../ASAE_Manure_Production_Characteristics_Standard.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2011

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: classificação de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

AVILA et al. **Sistema para produção de ovos com a Poedeira EMBRAPA 051. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. 2006.** Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/443750>. Acesso em: 03 abr. 2011.

BCB – BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Resolução nº 3.896, de 17 de agosto de 2010**. Institui, no âmbito do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura (Programa ABC). Brasília: 2010. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/normativo/detalharNormativo.do?N=110072118&method=detalharNormativo>. Acesso em: 17 ago. 2010.

VERSÃO PRELIMINAR

BCB – BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Resolução nº 3.979, de 31 de maio de 2011**. Dispõe sobre programas de investimento agropecuário amparados em recursos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Brasília: 2011. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/normativo/detalharNormativo.do?method=detalharNormativo&N=111037834>. Acesso em: 21 jun. 2011.

BELLAVER. C. Alternativa Sustentável para os Resíduos Industriais: Compostagem Acelerada. *Graxaria Brasileira: Indústria de Farinha e Gordura Animal.* São Paulo: SP. Ano 3 - Edição 17. Set – Out, 2010.

BELLOTE, A. F. J. ; DA SILVA, H. D.; FERREIRA, C. A. ; ANDRADE, G. C. **Resíduos da indústria de celulose em plantios florestais.** Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 37, p. 99-106, Jul./Dez. 1998

BERGAMIN, F.N.; ZINI, C.A.; GONZAGA, J.V.; BORTOLAS, E. Resíduo de fábrica de celulose e papel: lixo ou produto? In: Seminário sobre uso de Resíduos industriais e urbanos em florestas, 1994, Botucatu. [Anais]. Botucatu: UNESP. Faculdade de Ciências Econômicas, 1994. p.97-120

BOOG, E. G.; BIZZO, W. A.; VALLE, T. L. **Avaliação do Potencial Energético dos Resíduos de Campo da Cultura da Mandioca. Universidade Estadual Paulista.** São Paulo. s.d.

BRACELPA – Associação Brasileira de Celulose e Papel. **Relatório Estatístico 2009/2010.** Disponível em: (2010). <http://www.bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/estatisticas/rel2009.pdf>. Acesso em: maio 2011.

BRASIL, Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União**, Brasília- DF, 2 agosto de 2010. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acesso: 15 abr. 2011

BRASIL. Decreto Federal nº 5.448, de 20 de maio de 2005b. Regulamenta o § 1º do art. 2º da Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. **Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5448.htm>. Acesso em: 16 abr. 2011.

BRASIL. Lei Federal nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. **Dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências.** Brasília, 23 de dezembro de 2003. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.831.htm>. Acesso em: 05 jun. 2011.

BRASIL. Lei Federal nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005a. **Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nos 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências.** Brasília, 13 de janeiro de 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm>. Acesso em: 25 mai. 2011.

VERSÃO PRELIMINAR

BRASIL. Lei Federal nº 12.305**,** de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União**, Brasília- DF, 2 agosto de 2010. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acesso: 15 abr. 2011.

BRASIL. Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.** Brasília, em 31 de agosto de 1981. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 15 abr. 2011.

BRASIL. Lei Federal nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991. **Dispõe sobre a política agrícola.** Brasília, 17 de janeiro de 1991. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8171.htm>. Acesso em: 25 mai. 2011.

BRASIL. Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.** Brasília, em 13 de fevereiro de 1998. Disponível em: < http://www.ibama.gov.br/fauna/legislacao/lei_9605_98.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº. 01** de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 10 ago. 2010

BRIÃO, V. B.. **Estudo de prevenção à poluição em uma indústria de laticínios.** Maringá, 2000. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Universidade Estadual de Maringá, 2000.

BRIÃO, V. B.; TAVARES, C. R. G. **Geração de efluentes na indústria de laticínios: atitudes preventivas e oportunidades.** In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande / MS, 2005.

BRITO, M. A.; BRITO, J. R.; ARCURI, E.; LANGE, C.; SILVA, M.; SOUZA, G. Densidade Relativa. **Agência de Informação Embrapa – Agronegócio do Leite**. s.d.. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_196_21720039246.html>. Acesso em: 02 abr. 2011.

CARVALHO, E. A. ; BRINCK, V. **Briquetagem.** Tratamento de Minérios 4ª Ed. – CETEM. Rio de Janeiro, 2004.

CENBIO - Centro Nacional de Referência Biomassa. **Atlas de Bionergia do Brasil.** São Paulo: 2008.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do Agronegócio (2010).** Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/>. Acesso em: 5 mai. 2011.

CEPEA/ESALQ. **O Agronegócio e as questões ambientais. Avicultura Industrial. 2006**. Disponível em: <http://www.aviculturaindustrial.com.br/site/dinamica.asp?tipo_tabela=cet&id=22284&categoria=manejo>. Acesso em: 20 fev. 2008.

VERSÃO PRELIMINAR

CIFLORESTAS. Análise Conjuntural, Jul. 2010. Disponível em: <www.ciflorestas.com.br>. Acesso em: Jun. 2011.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 375, de 29 de agosto de 2006. **Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências.** Brasília, 29 de agosto de 2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2011.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução CONAMA nº 16, de 17 de dezembro de 1993. **Dispõe sobre a obrigatoriedade de licenciamento ambiental para as especificações, fabricação, comercialização, e distribuição de novos combustíveis, e da outras providências.** Brasília, 17 de dezembro de 1993. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res95/res1695.html>. Acesso em: 25 mai. 2011.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 316, de 20 de novembro de 2002. **Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos**. Brasília, em 20 de novembro de 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res31602.html>. Acesso em: 15 abr. 2011.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 382, de 26 de dezembro de 2006. **Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.** Brasília, em 26 de dezembro de 2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res38206.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2011.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 406, de de 02 de fevereiro de 2009. **Estabelece parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução de Plano de Manejo Florestal Sustentável-PMFS com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia.** Brasília, 02 de fevereiro de 2009. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=597>. Acesso em: 16 abr. 2011.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 430, de de 13 de maio de 2011. **Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.** Brasília, 13 de maio de 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 16 abr. 2011.

CORONEL, D. A; LAGO, A.; LENGLER, L.; SILVA T. N. **O Aproveitamento dos resíduos do setor florestal de Lages- Santa Catarina.** XLV CONGRESSO da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Londrina, 22 a 25 de julho de 2007. Estruturas de Madeira. Anais. USP – EESC. São Carlos, SP. 1989. p 129 à 140.

CUENCA, M, A. G.; NAZÁRIO, C. C. **Importância Econômica e Evolução da Cultura do Cacau no Brasil e na Região dos Tabuleiros Costeiros da Bahia entre 1990 e 2002.** Sergipe, 2004. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/publicacoes_2004/doc-72.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2011.

VERSÃO PRELIMINAR

DIAS, M. C. O (coord.) **Manual de Impactos Ambientais: Orientações Básicas sobre Aspectos Ambientais de Atividades Produtivas.** Fortaleza. Banco do Nordeste, 297 p. 1999.

DIEHL, S. R. L.; JUNQUETTI, M. T. G. **Soja.** (s.l.). (s.d.). Disponível em: http://www.agrobyte.com.br/index.php?pag=soja. Acesso em: 02 jun. 2011.

EMBRAPA. **Informações das culturas permanentes e temporárias do Brasil.** Disponível em: <http://www.embrapa.br/kw_storage/keyword.2007-06-04.9574582965>. Acesso em: 27 abr. 2011.

ENVIRONMENT CANADA. **NPRI Guidance Manual for the Wastewater Sector**. 2009. Disponível em: <http://www.ec.gc.ca/inrp-npri/default.asp?lang=En&n=86E3D932-1&offset=12&toc=show>. Acesso em: 30 jun. 2011.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Resenha Mensal do Mercado de Energia Elétrica**. Ano III. Nº 28. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/ResenhaMensal/Forms/EPEResenhaMensal.aspx> . Acesso em: 13 jun. 2011.

FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. **Livestock Report - 2006.** Disponível em: <www.fao.org/docrep/009/a0255e/a0255e00.htm>. Acesso em: 20 abr. 2011.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. **Actas de La Consulta Mundial sobre Paneles a Base de Madera**. Roma:1975, 245p.

FARIA, C. **Agricultura Brasileira.** 2008. Disponível em: <http://www.infoescola.com/agricultura/agricultura-brasileira/>. Acesso em: 2 mai. 2011.

FERNANDES, A. C.; LOPES, C. J. C. P. **Tratamento de efluentes em indústrias frigoríficas por processos de anaerobiose, utilizando reatores compartimentados em forma de lagoas.** Morrinhos, 2008. Disponível em: *<bibliotecauegmorrinhos.com/tcc/docs/adelaide_pos.pdf>*. *Acesso em:* 29 abr. 2011.

FIGUEIREDO, E.A.P.; AVILA, V.S.; ROSA, P.S.; JAENISCH, F.R.F. **Produção de ovos das poedeiras de ovos castanhos Embrapa 031. Embrapa Suínos e Aves.** Concórdia – S.C. 2001.

FINOTTI, A. R., SCHNEIDER, V. E., WANDER, P. R., HILLIG, É., SILVA, M. D'A. **Uso energético de resíduos de madeira na cadeia produtiva de madeira/móveis e possibilidades de geração de créditos de carbono.** In: Pólo Moveleiro da Serra Gaúcha - Sistemas de gerenciamento ambiental na indústria moveleira. Schneider, V. E., Nehme, M. C., Ben. F. Orgs. Educs, 2006, p. 191-230.

FOELKEL, C. **Gestão ecoeficiente dos resíduos florestais Lenhosos da eucaliptocultura**. 2007. Disponível em: <www.eucalyptus.com.br> . Acesso em: maio 2011.

VERSÃO PRELIMINAR

FONTES, P. J. P., 1994. **Auto-Suficiência Energética em Serraria de Pinus e Aproveitamento dos Resíduos**. Dissertação de Mestrado do curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

FRAIRE FILHO, G. A.; J. J. S. BAHIA. **Informações específicas do cultivo da mandioca.** Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/mandioca.htm>. Acesso em: 02 abr. 2011.

FRUTUOSO, A., SILVA, M. (2001). **Poluentes Orgânicos Persistentes.** *AEP-Ambiente* 50: 16-21.

GARCES JUNIOR, W. B.; DOMINGUES, E. G. **Análise de Viabilidade Econômica do Aproveitamento Energético do Biogás como Energia Renovável em Granjas de Suínos. 2010.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, Brasil.

GONÇALVES, M.T.T. Processamento da madeira. Bauru: [s.n], 2000.

GONÇALVES, Marcos Tadeu T. RUFFINO, Rosalvo Tiago. **Aproveitamento do Resíduo Gerado na Indústria Madeireira.** III EBRAMEM - Encontro Brasileiro em Madeiras. 1989. Disponível em: <www.remade.com.br/revista/>. Acessado em maio de 2011.

GRANATO, E. F. **Geração de Energia Através da Biodigestão Anaeróbica da Vinhaça.** 2003. Faculdade de Engenharia da UNESP. São Paulo.

HILLIG, É.; SCHNEIDER, V. E.; PAVONI, E. T. Diagnóstico da geração de resíduos e dos sistemas de gestão ambiental das empresas do pólo moveleiro da serra Gaúcha. *In: Polo moveleiro da Serra Gaúcha*: Geração de resíduos e perspectivas para sistemas de gerenciamento ambiental. Caxias do Sul: Educs, 2004. 165 p.

HOMMA, A. K. O. et al. **Criação de Bovinos de Corte no Estado do Pará.** EMBRAPA Amazônia Oriental. 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/BovinoCorte/BovinoCortePara/paginas/manejo_rep.html>. Acesso em: 10 abr. 2011.

HSI – HUMANE SOCIETY INTERNATIONAL. **O impacto da criação de animais para consumo no meio Ambiente e nas mudanças climáticas no Brasil.** 2011. Disponível em: <*www.hsi.org/.../mudancas_climaticas_pdf_intro.html*>. Acesso em: 20 abr. 2011.

HÜEBLIN. H. J. **Modelo para a aplicação da metodologia Zeri. Sistema de aproveitamento integral da biomassa de árvores de reflorestamento.** Curitiba. 2001. 139f. Dissertação de mestrado. CEFET/PR. Disponível em: <http://www.ppgte.cefetpr.br/dissertacoes/2001/hans.pdf>. Acesso em: maio 2011.

IBDF/DPq – LPF. **Madeiras da Amazônia, características e utilização.** Estação Experimental de Curuá-Una. Amazoniam Timbers, Characteristics Ana utilization. Experimental Forest station, 1998 vol.2. Instituto brasileiro de Desenvolvimento Florestal.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Informações das culturas permanentes e temporárias do Brasil (2010).** Disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/lista_tema.aspx?op=0&no=1>. Acesso em: 17 abr. 2011.

VERSÃO PRELIMINAR

IBGE. **Estados.** s.d. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=df>. Acesso em: 02 abr. 2011.

IBGE. **Pesquisa Trimestral do Abate de Animais.** 2009a. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo1.asp?ti=1&tf=99999&e=v&t=1&p=AX&z=t&o=3>. Acesso em: 02 abr. 2011.

IBGE. **Pesquisa Trimestral do Leite.** 2009b. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=LT&z=t&o=24> Acesso em: 02 abr. 2011.

IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura.** 2009c. Disponível em: <www.igbe.gov.br>. Acesso em: maio 2011.

INEE - Instituto Nacional de Eficiência Energética. **Dados de Eficiência Energética.** Disponível em: < http://www.inee.org.br/>. Acesso em: 29 abr. 2011.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.** Chapter 6: Wastewater Treatment and Discharge. Geneva: 2006.

ISA. INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **Almanaque Brasil Socioambiental, Uma nova perspectiva para entender o país e melhorar nossa qualidade de vida.** 2005. São Paulo. 479 p.

JACOBI, G.; SOLO-GABRIELE, H.; TOWNSEN, T.; DUBEY, B. Evaluation of methods for sorting CCA-treated wood. Waste Management 27 (2007) 1617–1625.

JANIN, A.; BLAIS, J. F.; MERCIER G.; DROGUI, P. Optimization of a chemical leaching process for decontamination of CCA-treated wood. Journal of Hazardous Materials. 169 (2009) 136–145.

JOHN, L. **Unicamp extrai bio-óleo de resíduos agrícolas e serragem de madeira.** Disponível: http://busca.estadao.com.br/ciencia/aplicada/2003/jul/09/72.htm. Acesso em: mai. 2011.

JOHN, V. M. **Descarte de madeira tratada.** Revista Téchne. Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/162/imprime185719.asp>. Acesso em: jun. 2011.

LATORRACA, João Vicente de F. **Painéis de cimento-madeira: características e aplicações.** Revista da Madeira – Painéis: Edição Especial, p. 104 à 106. Ed. Remade. Curitiba. 2003.

LUCAS JR., J de; SANTOS, T. M. B. **Aproveitamento de resíduos da indústria avícola para produção de biogás.** In: Simpósio sobre Resíduos da Produção Avícola. Concórdia: 2000.

VERSÃO PRELIMINAR

LUCON, C. M. M.; CHAVES, A. L. R. **Horta orgânica.** Instituto Biológico, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal, São Paulo, SP, Brasil. 2004.

MAGANHA, M. F. B. **Guia técnico ambiental da indústria de produtos lácteos.** São Paulo: CETESB, 2008. 95p. Disponível em: <*www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao_limpa/.../laticinio.pdf*>. Acesso em: 29 abr. 2011.

MALHEIROS, S. M. P.; PAULA JÚNIOR, D. R. de. **Utilização do processo de compostagem com resíduos agroindustriais.** In: XXVI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 1997.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Animal Exportação**. Disponível em: < http://www.agricultura.gov.br/animal/exportacao>. Acesso em: 20 abr. 2011.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011. 2. ed. rev. - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Programa Agricultura de Baixo Carbono. Brasília, DF. 2010. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/programa-abc>. Acesso em: 30 abr. 2011.

MAPA. Anuário Estatístico do Agronegócio – Secretaria de Produção e Agroenergia, Brasília, 2010, 78p.

MATOS, A. T. **Curso sobre Tratamento de Resíduos Agroindustriais.** 2005. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAYNoAL/tratamento-residuos-agroindustriais>. Acesso em: 20 abr. 2011.

MCMAHON, V.; GARG, A.; ALDRED, D.; HOBBS, G.; SMITH, R.; TOTHILL, E. Evaluation of the potential of applying composting/bioremediation techniques to wastes generated within the construction industry. Waste Management 29 (2009) 186–196.

MCT – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Status atual das atividades de projeto no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil e no mundo. Última compilação do site da CQNUMC: 24 de maio de 2011. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0216/216776.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2011.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Informações das culturas permanentes e temporárias do Brasil.** Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal>. Acesso em: 27 abr. 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Serviço Florestal Brasileiro.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=95>. Acesso em: maio 2011.

VERSÃO PRELIMINAR

MORAES, M. A. F. D. **Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas de livre comércio. Cadeia: Madeira e Móveis**. Nota Técnica Final. UNICAMP-IE-NEIT, Campinas, 2002. 212 p.

MORO, L. Utilização da "cinza" de biomassa florestal como fonte de nutrientes em povoamentos puros de Eucalyptus grandis. Piracicaba: ESALQ, 1994. Tese Mestrado.

NOLASCO, Adriana Maria. **Resíduos da colheita e beneficiamento da caixeta – Tabebuia cassinoides (Lam.) DC.: caracterização e perspectivas**. Projeto (Doutorado) – Universidade de São Paulo. São Carlos (SP), 2000.

OLIVEIRA, P. A. V. de (Coord.) **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. 109p.; 29cm.

OLIVEIRA, R. D. e. **Geração de energia elétrica a partir do biogás produzido pela fermentação anaeróbia de dejetos em abatedouros e as possibilidades no mercado de carbono.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Elétrica com ênfase em Sistemas de Energia e Automação). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2009.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. 2001. **WHO global strategy for containment of antimicrobial resistance,** p.4. http://www.who.int/drugresistance/ WHO_Global_Strategy_English.pdf. Accessed January 13, 2011.

PACHECO, J. W. **Guia técnico ambiental de graxarias.** São Paulo: CETESB, 2006. 76p. Disponível em: <*www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao_limpa/.../graxaria.pdf*>. Acesso em: 29 abr. 2011.

PACHECO, J. W.; YAMANAKA, H. T. **Guia técnico ambiental de abates (bovino e suíno).** São Paulo: CETESB, 2006. 98p. Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao_limpa/documentos/abate.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2011.

PADILHA, A. C. M; LEAVY, S.; SAMPAIO, A.; JERÔNIMO, F. B. G**estão ambiental de resíduos da produção na Perdigão Agroindustrial S/A - Unidade Industrial de Serafina Corrêa – RS.** In: XLIII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Ribeirão Preto, 2005.

PAIVA, R. F. P. S. **A agricultura e seus impactos sobre o provimento dos serviços ecossistêmicos.** In: 47° Congresso Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. *Porto Alegre. 2009.*

PECORA, V.; VELÁZQUEZ, S. M. S. G.; COELHO, S. T. **Aproveitamento do biogás proveniente dos resíduos sólidos urbanos para geração de energia elétrica: Estudo de caso em São Paulo.** In: Anais do IV Congresso Internacional de Bioenergia. Curitiba: 2009.

OLIVEIRA, P. A. V. de (Coord.) **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. 109p.; 29cm.

VERSÃO PRELIMINAR

PEDROSO, I. L. P. B. **Meio ambiente, agroindústria e ocupação dos cerrados: o caso do município do Rio Verde no sudoeste de Goiás.** Revista Urutágua. N° 06, quadrimestral. Maringá – Pa. 2005.

PERDOMO, C. C,; LIMA, G. J. M. M. **Considerações sobre a questão dos dejetos e o meio ambiente.** In: Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília. EMBRAPA: 1998.

PEREIRA, F. N. **Cacau.** São Paulo: (s.d). Disponível em: <www.nutrociencia.com.br/upload_files/arquivos/Artigo%20-%20cacau.doc>. Acesso em: 02 abr. 2011.

PESSÔA, A. **Agricultura.** 2009. Disponível em: <http://www.brazil.guide.com.br/port /economia/agric/apresent/index.php>. Acesso em: 12 jun. 2011.

POHLMANN, M. **Levantamento de Técnicas de Manejo de Resíduos da Bovinocultura Leiteira no Estado de São Paulo.** Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP: [s.n.], 2000.

QUIRINO, Waldir Ferreira. **Utilização Energética de Resíduos Vegetais.** Laboratório de Produtos Florestais - LPF/IBAMA. 2004. Disponível no site: <www.funtecg.org.br/arquivos/aproveitamento.pdf>. Acesso em: maio 2011.

REPÚBLICA DEMOCRÁTICA ALEMÃ. **Altholzverordnung – AltholzV**. Ordinance on the Requirements Pertaining to the Recovery and Disposal of Waste Wood (Waste Wood Ordinance. Ago 2002.

REVISTA DA MADEIRA. **Gestão de resíduos sólidos na indústria madeireira.** Ed. n°77 – Nov. 2003. Disponível em: <www.remade.com.br>. Acesso em: jun. 2011.

REVISTA REFERÊNCIA. Resíduo: fonte de energia (2009). Disponível em: <http://www.revistareferencia.com.br/index2.php?principal=ver_conteudo.php&uid=237&edicao2=47>. Acesso em: jul. 2011.

REZZADORI, K.; BENEDETTI S. **Proposições para Valorização de Resíduos do Processamento do Suco de Laranja.** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2009.

RODRIGUES, R. **Roberto Rodrigues prevê PIB agrícola menor em 2004**. Agência Brasil. 2004.

ROQUE, C. A. L., VALENÇA, A. C. V. **Painéis de Madeira Aglomerada.** BNDES Setorial. 1998. Disponível em http://www.bndes.gov.br/conhecimento/bnset/set805.pdf. Acesso em maio de 2011.

ROSSI, W. **A sustentabilidade da agricultura brasileira.** 2011. Disponível em: <http://www.brasilagro.com.br/index.php?noticias/visualizar_impressao/14/34714>. Acesso em: 15 abr. 2011.

VERSÃO PRELIMINAR

ROSSO, S. R. **Aproveitamento do Resíduo da Agroindústria da Banana: Caracterização Química e Levantamento de Parâmetros Termodinâmicos.** 2010. Disponível em: <http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/title/aproveitamento-do-residuo-da-agroindustriadabananacaracteriza%c3%a7%c3%a3oquimicalevantamento/id/47039724.html> Acesso em: 01 mai. 2011.

SÁNCHEZ, L. H. **Avaliação de impacto ambiental: conceito e métodos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Cadeia Produtiva do Setor Florestal. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/>. Acesso em: jun. 2011.

SFB – SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Guia de Financiamento Florestal**. Brasília: 2010. SFB. 37 p.

SHIBATA, T; SOLO-GABRIELE, H.; CAI, Y.; TOWNSEND, T. **A mass balance approach for evaluating leachable arsenic and chromium from an in-service CCA-treated wood structure.** Science of the Total Environment 372 (2007) 624–635.

SILVA, F. A. M. S.; VIDAL, T. C. M.; SILVA, R. B. **Compostagem de Resíduos das Agroindústrias da Banana e Pupunha no Vale do Ribeira – SP.** Vitória, 2009. Disponível em: <http://www.fundagres.org.br/biossolido/images/COMPOSTAGEM/05.pdf>. Acesso: 14 abr. 2011.

SILVA, M. A.; MACIEL, S. R. **Obtenção de Etanol a partir da Biomassa Residual de Laranja.** Duque de Caxias, Rio de Janeiro. (s.d).

SILVA, M. B.; MORAIS, A. S. **Avaliação energética do bagaço de cana em diferentes níveis de umidade e graus de compactação.** In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, RJ. 2008.

SILVA, T.; SANTOS, Z. O.; ARAÚJO, T. F.; SANTOS, V. M. C. S. **BANANA - fonte de energia.** In: I Fórum Nacional de Iniciação Científica no Ensino Médio e Técnico, 2009.

SIMIONI, F. J., HOEFLICH, V. F. Análise prospectiva da cadeia produtiva de energia de biomassa na região do planalto sul de Santa Catarina. Anais... **XLV CONGRESSO DA SOBER (Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural).** 22 a 25 de Julho de 2007, UFL. Londrina. PR.

SIMIONI, F. J., HOEFLICH, V. F. Cadeia produtiva de energia de biomassa na região do Planalto Sul de Santa Catarina: uma abordagem prospectiva. **Revista Árvore, Viçosa-MG, v.34, n.6, p.1091-1099, 2010**

SOFFNER, M. L. A. P.; SILVA, J. R. F. G.; BRITO, J . O.; PEREIRA, L. **Avaliação do Beneficiamento do Engaço de Bananeira Musa sp. para Produção de Polpa Celulósica.** Universidade de São Paulo – USP, s.d.

SORDI, A.; SOUZA, S. N. M. DE; MAGALHÃES, E. A. **Estimativa do potencial de geração de energia eletrica proveniente do uso dos resíduos da avicultura de corte na**

VERSÃO PRELIMINAR

mesoregião oeste do Paraná. Nota Técnica. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa: MG, v.12, n.4, 316-321, 2004.

SOUZA, O.; SANTOS, I. E. **Aproveitamento do bagaço de cana-de-açúcar pelos ruminantes.** Comunicado Técnico 07. Aracaju, SE. 2002.

SOUZA, S. A. V. **Métodos de Utilização e Aplicação de Vinhaça.** In: Workshop Tecnológico sobre VINHAÇA. 2007. Jaboticabal.

SOUZA, S. O. **Desenho e análise da cadeia produtiva dos vinhos finos da serra gaúcha.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 2001.

SOUZA,O.; SCHULZ, M. A.; FISCHER, G. A. A.; SOUZA, E. L.; SELLIN, N. **Bioetanol de Bananas, Polpa e Cascas.** In: II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais. (s.d.).

SPADOTTO, C.; RIBEIRO, W. **Gestão de Resíduos na Agricultura e Agroindústria.** São Paulo: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais – FEFAP, 2006.

STCP. **Otimização da gestão de resíduos e o desenvolvimento florestal**. II Encontro Nacional de Gestão de Resíduos – ENEGER. Curitiba, Maio 2011.

STEINFELD H, GERBER P, WASSENAAR T, CASTEL V, ROSALES M, AND DE HAAN C. **Livestock's long shadow: environmental issues and options.** Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006. p. 144.

SZYMANSKI, M. S. E.; BALBINOT, R.; SCHIRMER, W. **Biodigestão anaeróbia da vinhaça: aproveitamento energético do biogás e obtenção de créditos de carbono – estudo de caso.** In: Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 4, p. 901-912, out./dez. 2010.

SZYMANSKI, M. S. E.; BALBINOT, R.; SCHIRMER, W. **Biodigestão anaeróbia da vinhaça: aproveitamento energético do biogás e obtenção de créditos de carbono – estudo de caso.** In: Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 4, p. 901-912, out./dez. 2010.

TEIXEIRA, Gisele. **Lenha Ecológica (2003).** Disponível no site: <www.ipef.br/servicos/clipping/> Acessado em jun. 2011.

TEIXEIRA, M. G. **Aplicação de conceitos da ecologia industrial para produção de materiais ecológicos: o exemplo do resíduo de madeira.** 2005. 131 f. Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **Waste management field handbook.** National Engineering Handbook, Soil Conservation Service, Washington DC, 1992, 695 p. Disponível em: <http://www.wsi.nrcs.usda.gov/products/w2q/awm/handbk.html>. Acesso em: 15 abr. 2011.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Agricultural Waste management field handbook.** National Engineering Handbook, Soil Conservation Service,

VERSÃO PRELIMINAR

Washington DC, 1992, Part 651. Disponível em: <http://www.wsi.nrcs.usda.gov/products/w2q/awm/handbk.html>. Acesso em: 15 abr. 2011.

VALE, A. T.; GENTIL, L. V.; GONÇALVEZ, J. C.; COSTA, A. F. da. **Caracterização Energética e Rendimento da Carbonização de Resíduos de Grãos de Café e de Madeira.** Universidade Federal de Lavras. Lavras, Brasil, pp. 416-420. 2007.

WANDER, P. R.; ALTAFINI, C. R. **Uso energético de resíduos de madeira nas indústrias do Setor Moveleiro.** In: HILLIG, E.; SCHNEIDER, V. E.; PAVONI, E. *Pólo Moveleiro da Serra Gaúcha:* geração de resíduos e perspectivas para sistemas de gerenciamento ambiental. Caxias do Sul: EDUCS, 2004.

WOICIECHOWSKI, A. L. SOCCOL, C. R.; CAMARGO, F.; PANDEY, A. **Produção de goma xantana a partir de resíduos da agroindústria do café.** In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. s.l. s.d.

VERSÃO PRELIMINAR

ANEXOS

Anexo 1 - Culturas temporárias mais representativas nas Grandes Regiões no ano de 2009.

Região	Lavoura Temporária	Área Plantada	Área Colhida	Perdas na Agricultura	Percentagem de perda
		(ha)	(ha)	(ha)	(%)
Norte	Arroz (em casca)	392.427	391.540	887	0,23
	Cana-de-açúcar	33.067	29.936	3.131	9,47
	Feijão (em grão)	165.085	158.892	6.193	3,75
	Mandioca	493.407	477.550	15.857	3,21
	Milho (em grão)	523.232	518.603	4.629	0,88
	Soja (em grão)	500.050	500.050	0	0,00
	Trigo (em grão)	0	0	0	0,00
Nordeste	Arroz (em casca)	714.466	683.815	30.651	4,29
	Cana-de-açúcar	1.202.426	1.202.371	55	0,00
	Feijão (em grão)	2.317.806	2.155.544	162.262	7,00
	Mandioca	819.069	811.115	7.954	0,97
	Milho (em grão)	3.126.736	2.893.274	233.462	7,47
	Soja (em grão)	1.638.637	1.638.037	600	0,04
	Trigo (em grão)	0	0	0	0,00
Sudeste	Arroz (em casca)	77.051	76.450	601	0,78
	Cana-de-açúcar	5.818.740	5.618.245	200.495	3,45
	Feijão (em grão)	600.512	595.631	4.881	0,81
	Mandioca	127.682	122.454	5.228	4,09
	Milho (em grão)	2.105.154	2.092.139	13.015	0,62
	Soja (em grão)	1.423.672	1.422.981	691	0,05
	Trigo (em grão)	82.725	82.625	100	0,12
Sul	Arroz (em casca)	1.303.230	1.302.513	717	0,06
	Cana-de-açúcar	649.705	649.115	590	0,09
	Feijão (em grão)	889.592	887.356	2.236	0,25
	Mandioca	273.348	267.084	6.264	2,29
	Milho (em grão)	4.840.289	4.708.078	132.211	2,73
	Soja (em grão)	8.285.716	8.284.406	1.310	0,02
	Trigo (em grão)	2.285.758	2.278.233	7.525	0,33
Centro-Oeste	Arroz (em casca)	418.028	417.718	310	0,07
	Cana-de-açúcar	1.052.638	1.023.748	28.890	2,74
	Feijão (em grão)	304.679	302.568	2.111	0,69
	Mandioca	83.460	82.375	1.085	1,30
	Milho (em grão)	3.548.910	3.447.682	101.228	2,85
	Soja (em grão)	9.913.707	9.904.994	8.713	0,09
	Trigo (em grão)	70.295	69.395	900	1,28
Total		**56.081.299**	**55.096.517**	**984.782**	**1,76**

Fonte: adaptado de IBGE (2010)

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 2 - Culturas permanentes mais representativas nas Grandes Regiões no ano de 2009.

Região	Lavoura Permanente	Área Plantada (ha)	Área Colhida (ha)	Perdas na Agricultura (ha)	Percentagem de perda (%)
Norte	Banana	40.062	37.425	2.637	6,58
	Cacau	100.257	100.257	0	0,00
	Café	171.936	171.894	42	0,02
	Castanha de caju	3.153	3.072	81	2,57
	Coco-da-baía	30.353	30.018	335	1,10
	Laranja	18.463	18.301	162	0,88
	Uva	37	37	0	0,00
Nordeste	Banana	196.449	196.391	58	0,03
	Cacau	549.769	513.935	35.834	6,52
	Café	5	5	0	0,00
	Castanha de caju	1.259	1.259	0	0,00
	Coco-da-baía	12.524	12.524	0	0,00
	Laranja	4.462	4.462	0	0,00
	Uva	0	0	0	0,00
Sudeste	Banana	135.189	134.905	284	0,21
	Cacau	20.987	20.977	10	0,05
	Café	1.752.975	1.751.562	1.413	0,08
	Castanha de caju	0	0	0	0,00
	Coco-da-baia	21.564	21.525	39	0,18
	Laranja	603.467	588.716	14.751	2,44
	Uva	12.129	12.086	43	0,35
Sul	Banana	53.310	53.113	197	0,37
	Cacau	0	0	0	0,00
	Café	85.324	85.324	0	0,00
	Castanha de caju	0	0	0	0,00
	Coco-da-baia	189	189	0	0,00
	Laranja	54.528	54.240	288	0,53
	Uva	59.227	58.993	234	0,40
Centro-Oeste	Banana	21.304	20.987	317	1,49
	Cacau	1.422	806	616	43,32
	Café	34.967	26.124	8.843	25,29
	Castanha de caju	1.657	845	812	49,00
	Coco-da-baia	3.934	3.519	415	10,55
	Laranja	7.681	7.620	61	0,79
	Uva	345	306	39	11,30
Total		**3.998.928**	**3.931.417**	**67.511**	**1,69**

Fonte: adaptado de IBGE (2010)

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 3 - Produção total industrializada da cultura da soja e geração de resíduos no ano de 2009.

Estado	Produção total (t)	Geração de Resíduos (t)
RO	356.836	260.490
AC	165	120
AM	612	447
RR	3.920	2.862
PA	206.456	150.713
AP	0	0
TO	875.428	639.062
Norte	**1.443.417**	**1.053.694**
MA	1.211.085	884.092
PI	780.580	569.823
CE	3.315	2.420
RN	0	0
PB	0	0
PE	0	0
AL	164	120
SE	0	0
BA	2.426.298	1.771.198
Nordeste	**4.421.442**	**3.227.653**
MG	2.751.431	2.008.545
ES	0	0
RJ	0	0
SP	1.327.105	968.787
Sudeste	**4.078.536**	**2.977.331**
PR	9.408.991	6.868.563
SC	993.991	725.613
RS	8.025.322	5.858.485
Sul	**18.428.304**	**13.452.662**
MS	4.046.223	2.953.743
MT	17.962.819	13.112.858
GO	6.809.187	4.970.707
DF	155.454	113.481
Centro-Oeste	**28.973.683**	**21.150.789**
Brasil	**57.345.382**	**41.862.129**

Fonte: dados da pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 4 - Produção total industrializada da cultura do milho e geração de resíduos no ano de 2009.

Estado	Produção total (t)	Geração de Resíduos (t)
RO	368.819	213.915
AC	57.293	33.230
AM	29.252	16.966
RR	12.800	7.424
PA	552.104	320.220
AP	2.850	1.653
TO	250.451	145.262
Norte	**1.273.569**	**738.670**
MA	524.178	304.023
PI	496.279	287.842
CE	538.962	312.598
RN	42.282	24.524
PB	101.241	58.720
PE	193.059	111.974
AL	42.382	24.582
SE	703.294	407.911
BA	2.157.719	1.251.477
Nordeste	**4.799.396**	**2.783.650**
MG	6.536.545	3.791.196
ES	97.139	56.341
RJ	19.023	11.033
SP	3.674.059	2.130.954
Sudeste	**10.326.766**	**5.989.524**
PR	11.287.878	6.546.969
SC	3.244.500	1.881.810
RS	4.186.862	2.428.380
Sul	**18.719.240**	**10.857.159**
MS	2.181.429	1.265.229
MT	8.181.984	4.745.551
GO	4.980.614	2.888.756
DF	282.998	164.139
Centro-Oeste	**15.627.025**	**9.063.675**
Brasil	**50.745.996**	**29.432.678**

Fonte: dados da pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 5 - Produção total industrializada da cultura da cana-de-açúcar e geração de resíduos (bagaço e torta de filtro) no ano de 2009.

Estado	Produção total (t)	Geração de Resíduos (t)
RO	368.819	213.915
AC	57.293	33.230
AM	29.252	16.966
RR	12.800	7.424
PA	552.104	320.220
AP	2.850	1.653
TO	250.451	145.262
Norte	**1.273.569**	**738.670**
MA	524.178	304.023
PI	496.279	287.842
CE	538.962	312.598
RN	42.282	24.524
PB	101.241	58.720
PE	193.059	111.974
AL	42.382	24.582
SE	703.294	407.911
BA	2.157.719	1.251.477
Nordeste	**4.799.396**	**2.783.650**
MG	6.536.545	3.791.196
ES	97.139	56.341
RJ	19.023	11.033
SP	3.674.059	2.130.954
Sudeste	**10.326.766**	**5.989.524**
PR	11.287.878	6.546.969
SC	3.244.500	1.881.810
RS	4.186.862	2.428.380
Sul	**18.719.240**	**10.857.159**
MS	2.181.429	1.265.229
MT	8.181.984	4.745.551
GO	4.980.614	2.888.756
DF	282.998	164.139
Centro-Oeste	**15.627.025**	**9.063.675**
Brasil	**50.745.996**	**29.432.678**

Fonte: dados da pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 6 - Produção total industrializada da cultura da cana-de-açúcar e geração de resíduos (vinhaça) no ano de 2009.

Estado	Produção total (t)	Geração de Resíduos (l)	Geração de Resíduos (t)	Geração de Resíduos (m^3)
RO	253.277	227.949	248.465	227.949
AC	38.650	34.785	37.916	34.785
AM	368.050	331.245	361.057	331.245
RR	1.376	1.238	1.350	1.238
PA	698.845	628.961	685.567	628.961
AP	1.395	1.256	1.368	1.256
TO	664.284	597.856	651.663	597.856
Norte	**2.025.877**	**1.823.289**	**1.987.385**	**1.823.289**
MA	2.824.701	2.542.231	2.771.032	2.542.231
PI	859.513	773.562	843.182	773.562
CE	2.323.937	2.091.543	2.279.782	2.091.543
RN	4.259.996	3.833.996	4.179.056	3.833.996
PB	6.302.570	5.672.313	6.182.821	5.672.313
PE	19.445.241	17.500.717	19.075.781	17.500.717
AL	26.804.130	24.123.717	26.294.852	24.123.717
SE	2.607.155	2.346.440	2.557.619	2.346.440
BA	4.630.196	4.167.176	4.542.222	4.167.176
Nordeste	**70.057.439**	**63.051.695**	**68.726.348**	**63.051.695**
MG	58.384.105	52.545.695	57.274.807	52.545.695
ES	5.249.775	4.724.798	5.150.029	4.724.798
RJ	6.481.715	5.833.544	6.358.562	5.833.544
SP	388.933.898	350.040.508	381.544.154	350.040.508
Sudeste	**459.049.493**	**413.144.544**	**450.327.553**	**413.144.544**
PR	53.831.791	48.448.612	52.808.987	48.448.612
SC	699.068	629.161	685.786	629.161
RS	1.254.475	1.129.028	1.230.640	1.129.028
Sul	**55.785.334**	**50.206.801**	**54.725.413**	**50.206.801**
MS	25.228.392	22.705.553	24.749.053	22.705.553
MT	16.209.589	14.588.630	15.901.607	14.588.630
GO	42.972.585	38.675.327	42.156.106	38.675.327
DF	66.248	59.623	64.989	59.623
Centro-Oeste	**84.476.814**	**76.029.133**	**82.871.755**	**76.029.133**
Brasil	**671.394.957**	**604.255.461**	**658.638.453**	**604.255.461**

Fonte: dados da pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 7 - Produção total industrializada da cultura do feijão e geração de resíduos no ano de 2009.

Estado	Produção total (t)	Geração de Resíduos (t)
RO	46.580	24.687
AC	4.960	2.629
AM	3.185	1.688
RR	1.992	1.056
PA	35.236	18.675
AP	1.260	668
TO	24.970	13.234
Norte	**118.183**	**62.637**
MA	42.585	22.570
PI	61.978	32.848
CE	129.827	68.808
RN	22.422	11.884
PB	51.764	27.435
PE	129.965	68.881
AL	35.628	18.883
SE	28.369	15.036
BA	341.989	181.254
Nordeste	**844.527**	**447.599**
MG	602.274	319.205
ES	18.979	10.059
RJ	4.853	2.572
SP	292.684	155.123
Sudeste	**918.790**	**486.959**
PR	787.180	417.205
SC	178.516	94.613
RS	125.607	66.572
Sul	**1.091.303**	**578.391**
MS	16.610	8.803
MT	190.128	100.768
GO	261.925	138.820
DF	45.297	24.007
Centro-Oeste	**513.960**	**272.399**
Brasil	**3.486.763**	**1.847.984**

Fonte: dados da pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 8 - Produção total industrializada da cultura do arroz e geração de resíduos no ano de 2009.

Estado	Produção total (t)	Geração de Resíduos (t)
RO	159.151	31.830
AC	21.140	4.228
AM	9.986	1.997
RR	85.325	17.065
PA	302.989	60.598
AP	4.053	811
TO	376.749	75.350
Norte	**959.393**	**191.879**
MA	609.290	121.858
PI	212.599	42.520
CE	93.388	18.678
RN	10.435	2.087
PB	8.437	1.687
PE	20.035	4.007
AL	17.589	3.518
SE	57.166	11.433
BA	58.089	11.618
Nordeste	**1.087.028**	**217.406**
MG	128.310	25.662
ES	4.335	867
RJ	7.950	1.590
SP	58.346	11.669
Sudeste	**198.941**	**39.788**
PR	167.349	33.470
SC	1.034.209	206.842
RS	7.977.888	1.595.578
Sul	**9.179.446**	**1.835.889**
MS	181.623	36.325
MT	792.671	158.534
GO	252.583	50.517
DF	89	18
Centro-Oeste	**1.226.966**	**245.393**
Brasil	**12.651.774**	**2.530.355**

Fonte: dados da pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 9 - Produção total industrializada da cultura do trigo e geração de resíduos no ano de 2009.

Estado	Produção total (t)	Geração de Resíduos (t)
RO	0	0
AC	0	0
AM	0	0
RR	0	0
PA	0	0
AP	0	0
TO	0	0
Norte	**0**	**0**
MA	0	0
PI	0	0
CE	0	0
RN	0	0
PB	0	0
PE	0	0
AL	0	0
SE	0	0
BA	0	0
Nordeste	**0**	**0**
MG	100.979	60.587
ES	0	0
RJ	0	0
SP	111.224	66.734
Sudeste	**212.203**	**127.322**
PR	2.482.776	1.489.666
SC	275.193	165.116
RS	1.912.138	1.147.283
Sul	**4.670.107**	**2.802.064**
MS	74.288	44.573
MT	0	0
GO	84.472	50.683
DF	14.455	8.673
Centro-Oeste	**173.215**	**103.929**
Brasil	**5.055.525**	**3.033.315**

Fonte: dados da pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 10 - Produção total industrializada da cultura do café e geração de resíduos no ano de 2009.

Estado	Produção total (t)	Geração de Resíduos (t)
RO	92.019	46.010
AC	900	450
AM	5.721	2.861
RR	0	0
PA	12.731	6.366
AP	0	0
TO	0	0
Norte	**111.371**	**55.686**
MA	0	0
PI	0	0
CE	3.289	1.645
RN	0	0
PB	0	0
PE	1.865	933
AL	3	2
SE	0	0
BA	176.851	88.426
Nordeste	**182.008**	**91.004**
MG	1.195.488	597.744
ES	619.656	309.828
RJ	15.893	7.947
SP	198.101	99.051
Sudeste	**2.029.138**	**1.014.569**
PR	89.213	44.607
SC	0	0
RS	0	0
Sul	**89.213**	**44.607**
MS	991	496
MT	7.653	3.827
GO	18.802	9.401
DF	881	441
Centro-Oeste	**28.327**	**14.164**
Brasil	**2.440.057**	**1.220.029**

Fonte: dados da pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 11 - Produção total industrializada da cultura do cacau e geração de resíduos no ano de 2009.

Estado	Produção total (t)	Geração de Resíduos (t)
RO	17.485	6.644
AC	0	0
AM	869	330
RR	0	0
PA	54.216	20.602
AP	0	0
TO	0	0
Norte	**72.570**	**27.577**
MA	0	0
PI	0	0
CE	0	0
RN	0	0
PB	0	0
PE	0	0
AL	0	0
SE	0	0
BA	137.929	52.413
Nordeste	**137.929**	**52.413**
MG	100	38
ES	7.580	2.880
RJ	0	0
SP	8	3
Sudeste	**7.688**	**2.921**
PR	0	0
SC	0	0
RS	0	0
Sul	**0**	**0**
MS	0	0
MT	300	114
GO	0	0
DF	0	0
Centro-Oeste	**300**	**114**
Brasil	**218.487**	**83.025**

Fonte: dados da pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 12 - Produção total industrializada da cultura da banana e geração de resíduos no ano de 2009.

Estado	Produção total (t)	Geração de Resíduos (t)
RO	1.475	738
AC	1.503	752
AM	4.083	2.042
RR	1.350	675
PA	15.040	7.520
AP	175	88
TO	760	380
Norte	**24.388**	**12.193**
MA	3.281	1.641
PI	897	449
CE	12.885	6.443
RN	4.108	2.054
PB	8.024	4.012
PE	13.115	6.558
AL	1.418	709
SE	1.678	839
BA	30.465	15.233
Nordeste	**75.871**	**37.936**
MG	18.628	9.314
ES	1.678	839
RJ	4.656	2.328
SP	37.726	18.863
Sudeste	**62.689**	**31.344**
PR	6.890	3.445
SC	18.726	9.363
RS	3.649	1.825
Sul	**29.266**	**14.633**
MS	324	162
MT	1.510	755
GO	5.124	2.562
DF	111	56
Centro-Oeste	**7.069**	**3.535**
Brasil	**199.282**	**99.640**

Fonte: dados da pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 13 - Produção total industrializada da cultura da laranja e geração de resíduos no ano de 2009.

Estado	Produção total (t)	Geração de Resíduos (t)
RO	10.165	5.083
AC	3.575	1.788
AM	15.627	7.814
RR	2.067	1.034
PA	195.060	97.530
AP	11.676	5.838
TO	1.500	750
Norte	**239.671**	**119.835**
MA	7.444	3.722
PI	4.124	2.062
CE	15.482	7.741
RN	3.021	1.511
PB	5.830	2.915
PE	2.469	1.235
AL	40.140	20.070
SE	753.007	376.504
BA	870.686	435.343
Nordeste	**1.702.203**	**851.102**
MG	719.988	359.994
ES	753.007	376.504
RJ	57.016	28.508
SP	13.096.478	6.548.239
Sudeste	**14.626.489**	**7.313.245**
PR	499.200	249.600
SC	115.950	57.975
RS	336.624	168.312
Sul	**951.774**	**475.887**
MS	4.471	2.236
MT	4.697	2.349
GO	117.396	58.698
DF	3.851	1.926
Centro-Oeste	**130.415**	**65.208**
Brasil	**17.650.551**	**8.825.276**

Fonte: dados da pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 14 - Produção total industrializada da cultura do coco-da-baía e geração de resíduos no ano de 2009.

Estado	Produção total (t)	Geração de Resíduos (t)
RO	1.218	731
AC	256	154
AM	5.888	3.533
RR	0	0
PA	86.866	52.120
AP	0	0
TO	4.385	2.631
Norte	**98.613**	**59.168**
MA	2.413	1.448
PI	5.999	3.599
CE	90.779	54.467
RN	21.351	12.811
PB	22.318	13.391
PE	45.438	27.263
AL	18.579	11.147
SE	97.721	58.633
BA	163.478	98.087
Nordeste	**468.077**	**280.846**
MG	13.956	8.374
ES	55.157	33.094
RJ	11.780	7.068
SP	12.341	7.405
Sudeste	**93.234**	**55.940**
PR	701	421
SC	0	0
RS	0	0
Sul	**701**	**421**
MS	1.975	1.185
MT	7.236	4.342
GO	5.180	3.108
DF	0	0
Centro-Oeste	**14.391**	**8.635**
Brasil	**675.016**	**405.009**

Fonte: dados da pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 15 - Produção total industrializada da castanha de caju e geração de resíduos no ano de 2009.

Estado	Produção total (t)	Geração de Resíduos (t)
RO	0	0
AC	0	0
AM	0	0
RR	0	0
PA	1.867	1.363
AP	0	0
TO	516	377
Norte	**2.383**	**1.740**
MA	6.473	4.725
PI	42.963	31.363
CE	104.421	76.227
RN	48.918	35.710
PB	3.152	2.301
PE	5.827	4.254
AL	534	390
SE	0	0
BA	5.279	3.854
Nordeste	**217.567**	**158.824**
MG	0	0
ES	555	405
RJ	0	0
SP	0	0
Sudeste	**555**	**405**
PR	**0**	0
SC	0	0
RS	0	0
Sul	**0**	**0**
MS	0	0
MT	0	0
GO	0	0
DF	0	0
Centro-Oeste	**0**	**0**
Brasil	**220.505**	**160.969**

Fonte: dados da pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 16 - Produção total industrializada da cultura da uva e geração de resíduos no ano de 2009.

Estado	Produção total (t)	Geração de Resíduos (t)
RO	126	50
AC	0	0
AM	0	0
RR	0	0
PA	0	0
AP	0	0
TO	40	16
Norte	**166**	**66**
MA	126	50
PI	99	40
CE	1.599	640
RN	0	0
PB	1.089	436
PE	87.184	34.874
AL	0	0
SE	0	0
BA	49.779	19.912
Nordeste	**139.877**	**55.950**
MG	6.475	2.590
ES	641	256
RJ	28	11
SP	101.818	40.727
Sudeste	**108.962**	**43.585**
PR	56.144	22.458
SC	37.149	14.860
RS	405.550	162.220
Sul	**498.842**	**199.537**
MS	157	63
MT	828	331
GO	1.745	698
DF	570	228
Centro-Oeste	**3.299**	**1.320**
Brasil	**751.146**	**300.459**

Fonte: dados da pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 17 - Potencial energético dos resíduos da cultura da soja para o ano de 2009.

Estado	Resíduos gerados (t)	Poder calorífico (kcal/kg)	Fator de conversão de kcal/kg para kWh/kg	Operação (h/a)	Potencial energético (MW/ano)
RO	260.490	3.900	860	8.322	21
AC	120	3.900	860	8.322	0
AM	447	3.900	860	8.322	0
RR	2.862	3.900	860	8.322	0
PA	150.713	3.900	860	8.322	12
AP	0	3.900	860	8.322	0
TO	639.062	3.900	860	8.322	52
Norte	**1.053.694**				86
MA	884.092	3.900	860	8.322	72
PI	569.823	3.900	860	8.322	47
CE	2.420	3.900	860	8.322	0
RN	0	3.900	860	8.322	0
PB	0	3.900	860	8.322	0
PE	0	3.900	860	8.322	0
AL	120	3.900	860	8.322	0
SE	0	3.900	860	8.322	0
BA	1.771.198	3.900	860	8.322	145
Nordeste	**3.227.653**				264
MG	2.008.545	3.900	860	8.322	164
ES	0	3.900	860	8.322	0
RJ	0	3.900	860	8.322	0
SP	968.787	3.900	860	8.322	79
Sudeste	**2.977.331**				243
PR	6.868.563	3.900	860	8.322	561
SC	725.613	3.900	860	8.322	59
RS	5.858.485	3.900	860	8.322	479
Sul	**13.452.662**				1.100
MS	2.953.743	3.900	860	8.322	241
MT	13.112.858	3.900	860	8.322	1.072
GO	4.970.707	3.900	860	8.322	406
DF	113.481	3.900	860	8.322	9
Centro-Oeste	**21.150.789**				1.729
Brasil	**41.862.129**				3.422

Fonte: dados da pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 18 - Potencial energético dos resíduos da cultura do milho para o ano de 2009.

Estado	Resíduos gerados (t)	Poder calorífico (kcal/kg)	Fator de conversão de kcal/kg para kWh/kg	Operação (h/a)	Potencial energético (MW/ano)
RO	213.915	3.900	860	8.322	17,49
AC	33.230	3.900	860	8.322	2,72
AM	16.966	3.900	860	8.322	1,39
RR	7.424	3.900	860	8.322	0,61
PA	320.220	3.900	860	8.322	26,17
AP	1.653	3.900	860	8.322	0,14
TO	145.262	3.900	860	8.322	11,87
Norte	**738.670**				**60,38**
MA	304.023	3.900	860	8.322	24,85
PI	287.842	3.900	860	8.322	23,53
CE	312.598	3.900	860	8.322	25,55
RN	24.524	3.900	860	8.322	2,00
PB	58.720	3.900	860	8.322	4,80
PE	111.974	3.900	860	8.322	9,15
AL	24.582	3.900	860	8.322	2,01
SE	407.911	3.900	860	8.322	33,34
BA	1.251.477	3.900	860	8.322	102,29
Nordeste	**2.783.650**				**227,53**
MG	3.791.196	3.900	860	8.322	309,89
ES	56.341	3.900	860	8.322	4,61
RJ	11.033	3.900	860	8.322	0,90
SP	2.130.954	3.900	860	8.322	174,18
Sudeste	**5.989.524**				**489,58**
PR	6.546.969	3.900	860	8.322	535,14
SC	1.881.810	3.900	860	8.322	153,82
RS	2.428.380	3.900	860	8.322	198,49
Sul	**10.857.159**				**887,45**
MS	1.265.229	3.900	860	8.322	103,42
MT	4.745.551	3.900	860	8.322	387,90
GO	2.888.756	3.900	860	8.322	236,12
DF	164.139	3.900	860	8.322	13,42
Centro-Oeste	**9.063.675**				**740,86**
Brasil	**29.432.678**				**2.405,80**

Fonte: dados da pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 19 - Potencial energético dos resíduos da cana-de-açúcar (bagaço e torta de filtro) para o ano de 2009.

Estado	Resíduos gerados (t)	Poder calorífico (kcal/kg)	Fator de conversão de kcal/kg para kWh/kg	Operação (h/a)	Potencial energético (MW/ano)
RO	75.983	3.900	860	8.322	6,21
AC	11.595	3.900	860	8.322	0,95
AM	110.415	3.900	860	8.322	9,03
RR	413	3.900	860	8.322	0,03
PA	209.654	3.900	860	8.322	17,14
AP	419	3.900	860	8.322	0,03
TO	199.285	3.900	860	8.322	16,29
Norte	**607.763**				**49,68**
MA	847.410	3.900	860	8.322	69,27
PI	257.854	3.900	860	8.322	21,08
CE	697.181	3.900	860	8.322	56,99
RN	1.277.999	3.900	860	8.322	104,46
PB	1.890.771	3.900	860	8.322	154,55
PE	5.833.572	3.900	860	8.322	476,83
AL	8.041.239	3.900	860	8.322	657,28
SE	782.147	3.900	860	8.322	63,93
BA	1.389.059	3.900	860	8.322	113,54
Nordeste	**21.017.232**				**1.717,93**
MG	17.515.232	3.900	860	8.322	1.431,68
ES	1.574.933	3.900	860	8.322	128,73
RJ	1.944.515	3.900	860	8.322	158,94
SP	116.680.169	3.900	860	8.322	9.537,33
Sudeste	**137.714.848**				**11.256,68**
PR	16.149.537	3.900	860	8.322	1.320,05
SC	209.720	3.900	860	8.322	17,14
RS	376.343	3.900	860	8.322	30,76
Sul	**16.735.600**				**1.367,95**
MS	7.568.518	3.900	860	8.322	618,64
MT	4.862.877	3.900	860	8.322	397,49
GO	12.891.776	3.900	860	8.322	1.053,76
DF	19.874	3.900	860	8.322	1,62
Centro-Oeste	**25.343.044**				**2.071,52**
Brasil	**201.418.487**	**3.900**	**860**		**16.463,76**

Fonte: dados da pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 20 - Potencial energéticodos resíduos da cultura do feijão para o ano de 2009.

Estado	Resíduos gerados (t)	Poder calorífico (kcal/kg)	Fator de conversão de kcal/kg para kWh/kg	Operação (h/a)	Potencial energético (MW/ano)
RO	24.687	3.700	860	8.640	1,84
AC	2.629	3.700	860	8.640	0,20
AM	1.688	3.700	860	8.640	0,13
RR	1.056	3.700	860	8.640	0,08
PA	18.675	3.700	860	8.640	1,39
AP	668	3.700	860	8.640	0,05
TO	13.234	3.700	860	8.640	0,99
Norte	**62.637**				**4,68**
MA	22.570	3.700	860	8.640	1,69
PI	32.848	3.700	860	8.640	2,45
CE	68.808	3.700	860	8.640	5,14
RN	11.884	3.700	860	8.640	0,89
PB	27.435	3.700	860	8.640	2,05
PE	68.881	3.700	860	8.640	5,14
AL	18.883	3.700	860	8.640	1,41
SE	15.036	3.700	860	8.640	1,12
BA	181.254	3.700	860	8.640	13,54
Nordeste	**447.599**				**33,43**
MG	319.205	3.700	860	8.640	23,84
ES	10.059	3.700	860	8.640	0,75
RJ	2.572	3.700	860	8.640	0,19
SP	155.123	3.700	860	8.640	11,59
Sudeste	**486.959**				**36,37**
PR	417.205	3.700	860	8.640	31,16
SC	94.613	3.700	860	8.640	7,07
RS	66.572	3.700	860	8.640	4,97
Sul	**578.391**				**43,20**
MS	8.803	3.700	860	8.640	0,66
MT	100.768	3.700	860	8.640	7,53
GO	138.820	3.700	860	8.640	10,37
DF	24.007	3.700	860	8.640	1,79
Centro-Oeste	**272.399**				**20,35**
Brasil	**1.847.984**				**138,03**

Fonte: dados da pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 21- Potencial energético dos resíduos da cultura do arroz para o ano de 2009.

Estado	Resíduos gerados (t)	Poder calorífico (kcal/kg)	Fator de conversao de kcal/kg para kWh/kg	Operação (h/a)	Potencial energético (MW/ano)
RO	31.830	3.300	860	8.322	2,20
AC	4.228	3.300	860	8.322	0,29
AM	1.997	3.300	860	8.322	0,14
RR	17.065	3.300	860	8.322	1,18
PA	60.598	3.300	860	8.322	4,19
AP	811	3.300	860	8.322	0,06
TO	75.350	3.300	860	8.322	5,21
Norte	**191.879**				**13,27**
MA	121.858	3.300	860	8.322	8,43
PI	42.520	3.300	860	8.322	2,94
CE	18.678	3.300	860	8.322	1,29
RN	2.087	3.300	860	8.322	0,14
PB	1.687	3.300	860	8.322	0,12
PE	4.007	3.300	860	8.322	0,28
AL	3.518	3.300	860	8.322	0,24
SE	11.433	3.300	860	8.322	0,79
BA	11.618	3.300	860	8.322	0,80
Nordeste	**217.406**				**15,04**
MG	25.662	3.300	860	8.322	1,77
ES	867	3.300	860	8.322	0,06
RJ	1.590	3.300	860	8.322	0,11
SP	11.669	3.300	860	8.322	0,81
Sudeste	**39.788**				**2,75**
PR	33.470	3.300	860	8.322	2,31
SC	206.842	3.300	860	8.322	14,31
RS	1.595.578	3.300	860	8.322	110,36
Sul	**1.835.889**				**126,98**
MS	36.325	3.300	860	8.322	2,51
MT	158.534	3.300	860	8.322	10,96
GO	50.517	3.300	860	8.322	3,49
DF	18	3.300	860	8.322	0,00
Centro-Oeste	**245.393**				**16,97**
Brasil	**2.530.355**				**175,01**

Fonte: dados da pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 22- Potencial energético dos resíduos da cultura do trigo para o ano de 2009.

Estado	Resíduos gerados (t)	Poder calorífico (kcal/kg)	Fator de conversão de kcal/kg para kWh/kg	Operação (h/a)	Potencial energético (MW/ano)
RO	0	3.750	860	8.322	0,00
AC	0	3.750	860	8.322	0,00
AM	0	3.750	860	8.322	0,00
RR	0	3.750	860	8.322	0,00
PA	0	3.750	860	8.322	0,00
AP	0	3.750	860	8.322	0,00
TO	0	3.750	860	8.322	0,00
Norte	**0**				**0,00**
MA	0	3.750	860	8.322	0,00
PI	0	3.750	860	8.322	0,00
CE	0	3.750	860	8.322	0,00
RN	0	3.750	860	8.322	0,00
PB	0	3.750	860	8.322	0,00
PE	0	3.750	860	8.322	0,00
AL	0	3.750	860	8.322	0,00
SE	0	3.750	860	8.322	0,00
BA	0	3.750	860	8.322	0,00
Nordeste	**0**				**0,00**
MG	60.587	3.750	860	8.322	4,76
ES	0	3.750	860	8.322	0,00
RJ	0	3.750	860	8.322	0,00
SP	66.734	3.750	860	8.322	5,25
Sudeste	**127.322**				**10,01**
PR	1.489.666	3.750	860	8.322	117,08
SC	165.116	3.750	860	8.322	12,98
RS	1.147.283	3.750	860	8.322	90,17
Sul	**2.802.064**				**220,23**
MS	44.573	3.750	860	8.322	3,50
MT	0	3.750	860	8.322	0,00
GO	50.683	3.750	860	8.322	3,98
DF	8.673	3.750	860	8.322	0,68
Centro-Oeste	**103.929**				**8,17**
Brasil	**3.033.315**				**238,40**

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 23 - Potencial energético dos resíduos da cultura do café para o ano de 2009.

Estado	Resíduos gerados (t)	Poder calorífico (kcal/kg)	Fator de conversão de kcal/kg para kWh/kg	Operação (h/a)	Potencial energético (MW/ano)
RO	46.010	3.800	860	8.322	3,66
AC	450	3.800	860	8.322	0,04
AM	2.861	3.800	860	8.322	0,23
RR	0	3.800	860	8.322	0,00
PA	6.366	3.800	860	8.322	0,51
AP	0	3.800	860	8.322	0,00
TO	0	3.800	860	8.322	0,00
Norte	**55.686**				**4,43**
MA	0	3.800	860	8.322	0,00
PI	0	3.800	860	8.322	0,00
CE	1.645	3.800	860	8.322	0,13
RN	0	3.800	860	8.322	0,00
PB	0	3.800	860	8.322	0,00
PE	932,5	3.800	860	8.322	0,07
AL	1,5	3.800	860	8.322	0,00
SE	0	3.800	860	8.322	0,00
BA	88.426	3.800	860	8.322	7,04
Nordeste	**91.004**				**7,25**
MG	597.744	3.800	860	8.322	47,61
ES	309.828	3.800	860	8.322	24,68
RJ	7.947	3.800	860	8.322	0,63
SP	99.051	3.800	860	8.322	7,89
Sudeste	**1.014.569**				**80,80**
PR	44.607	3.800	860	8.322	3,55
SC	0	3.800	860	8.322	0,00
RS	0	3.800	860	8.322	0,00
Sul	**44.607**				**3,55**
MS	495,5	3.800	860	8.322	0,04
MT	3.827	3.800	860	8.322	0,30
GO	9.401	3.800	860	8.322	0,75
DF	440,5	3.800	860	8.322	0,04
Centro-Oeste	**14.164**				**1,13**
Brasil	**1.220.029**				**97,17**

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 24 - Potencial energético dos resíduos da cultura do cacau para o ano de 2009.

Estado	Resíduos gerados (t)	Poder calorífico (kcal/kg)	Fator de conversão de kcal/kg para kWh/kg	Operação (h/a)	Potencial energético (MW/ano)
RO	6.644	3.900	860	8.322	0,54
AC	0	3.900	860	8.322	0,00
AM	330	3.900	860	8.322	0,03
RR	0	3.900	860	8.322	0,00
PA	20.602	3.900	860	8.322	1,68
AP	0	3.900	860	8.322	0,00
TO	0	3.900	860	8.322	0,00
Norte	**27.577**				**2,25**
MA	0	3.900	860	8.322	0,00
PI	0	3.900	860	8.322	0,00
CE	0	3.900	860	8.322	0,00
RN	0	3.900	860	8.322	0,00
PB	0	3.900	860	8.322	0,00
PE	0	3.900	860	8.322	0,00
AL	0	3.900	860	8.322	0,00
SE	0	3.900	860	8.322	0,00
BA	52.413	3.900	860	8.322	4,28
Nordeste	**52.413**				**4,28**
MG	38	3.900	860	8.322	0,00
ES	2.880	3.900	860	8.322	0,24
RJ	0	3.900	860	8.322	0,00
SP	3	3.900	860	8.322	0,00
Sudeste	**2.921**				**0,24**
PR	0	3.900	860	8.322	0,00
SC	0	3.900	860	8.322	0,00
RS	0	3.900	860	8.322	0,00
Sul	**0**				**0,00**
MS	0	3.900	860	8.322	0,00
MT	114	3.900	860	8.322	0,01
GO	0	3.900	860	8.322	0,00
DF	0	3.900	860	8.322	0,00
Centro-Oeste	**114**				**0,01**
Brasil	**83.025**				**6,79**

Fonte: dados da pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 25 - Potencial energético dos resíduos da cultura do coco-da-baía para o ano de 2009.

Estado	Resíduos gerados (t)	Poder calorífico (kcal/kg)	Fator de conversão de kcal/kg para kWh/kg	Operação (h/a)	Potencial energético (MW/ano)
RO	731	4.557	860	8.322	0,07
AC	154	4.557	860	8.322	0,01
AM	3.533	4.557	860	8.322	0,34
RR	0	4.557	860	8.322	0,00
PA	52.120	4.557	860	8.322	4,98
AP	0	4.557	860	8.322	0,00
TO	2.631	4.557	860	8.322	0,25
Norte	**59.168**				**5,65**
MA	1.448	4.557	860	8.322	0,14
PI	3.599	4.557	860	8.322	0,34
CE	54.467	4.557	860	8.322	5,20
RN	12.811	4.557	860	8.322	1,22
PB	13.391	4.557	860	8.322	1,28
PE	27.263	4.557	860	8.322	2,60
AL	11.147	4.557	860	8.322	1,06
SE	58.633	4.557	860	8.322	5,60
BA	98.087	4.557	860	8.322	9,37
Nordeste	**280.846**				**26,82**
MG	8.374	4.557	860	8.322	0,80
ES	33.094	4.557	860	8.322	3,16
RJ	7.068	4.557	860	8.322	0,68
SP	7.405	4.557	860	8.322	0,71
Sudeste	**55.940**				**5,34**
PR	421	4.557	860	8.322	0,04
SC	0	4.557	860	8.322	0,00
RS	0	4.557	860	8.322	0,00
Sul	**421**				**0,04**
MS	1.185	4.557	860	8.322	0,11
MT	4.342	4.557	860	8.322	0,41
GO	3.108	4.557	860	8.322	0,30
DF	0	4.557	860	8.322	0,00
Centro-Oeste	**8.635**				**0,82**
Brasil	**405.009**				**38,68**

Fonte: dados da pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR

Anexo 26 - Potencial energético dos resíduos da cultura da castanha de caju para o ano de 2009.

Estado	Resíduos gerados (t)	Poder calorífico (kcal/kg)	Fator de conversão de kcal/kg para kWh/kg	Operação (h/a)	Potencial energético (MW/ano)
RO	0	4.700	860	8.322	0,00
AC	0	4.700	860	8.322	0,00
AM	0	4.700	860	8.322	0,00
RR	0	4.700	860	8.322	0,00
PA	681	4.700	860	8.322	0,07
AP	0	4.700	860	8.322	0,00
TO	188	4.700	860	8.322	0,02
Norte	**870**				**0,09**
MA	2.363	4.700	860	8.322	0,23
PI	15.681	4.700	860	8.322	1,54
CE	38.114	4.700	860	8.322	3,75
RN	17.855	4.700	860	8.322	1,76
PB	1.150	4.700	860	8.322	0,11
PE	2.127	4.700	860	8.322	0,21
AL	195	4.700	860	8.322	0,02
SE	0	4.700	860	8.322	0,00
BA	1.927	4.700	860	8.322	0,19
Nordeste	**79.412**				**7,82**
MG	0	4.700	860	8.322	0,00
ES	203	4.700	860	8.322	0,02
RJ	0	4.700	860	8.322	0,00
SP	0	4.700	860	8.322	0,00
Sudeste	**203**				**0,02**
PR	0	4.700	860	8.322	0,00
SC	0	4.700	860	8.322	0,00
RS	0	4.700	860	8.322	0,00
Sul	**0**				**0,00**
MS	0	4.700	860	8.322	0,00
MT	0	4.700	860	8.322	0,00
GO	0	4.700	860	8.322	0,00
DF	0	4.700	860	8.322	0,00
Centro-Oeste	**0**				**0,00**
Brasil	**80.484**				**7,93**

Fonte: dados da pesquisa.

VERSÃO PRELIMINAR