



USO DE RESÍDUOS E DEJETOS como fonte de energia renovável



USO DE RESÍDUOS E DEJETOS
como fonte de energia renovável

Presidente do Conselho Deliberativo Nacional

Adelmir Santana

Diretor-presidente

Paulo Tarciso Okamoto

Diretor-técnico

Luiz Carlos Barboza

Diretor de Administração e Finanças

Carlos Alberto dos Santos

Gerente da Unidade de Atendimento Coletivo –
Agronegócios e Territórios Específicos

Juarez Ferreira de Paula Filho

Gerente da Unidade de Acesso à Inovação e Tecnologia

Paulo César Rezende Carvalho Alvim

Consultora de Conteúdo

Marília Weigert Ennes

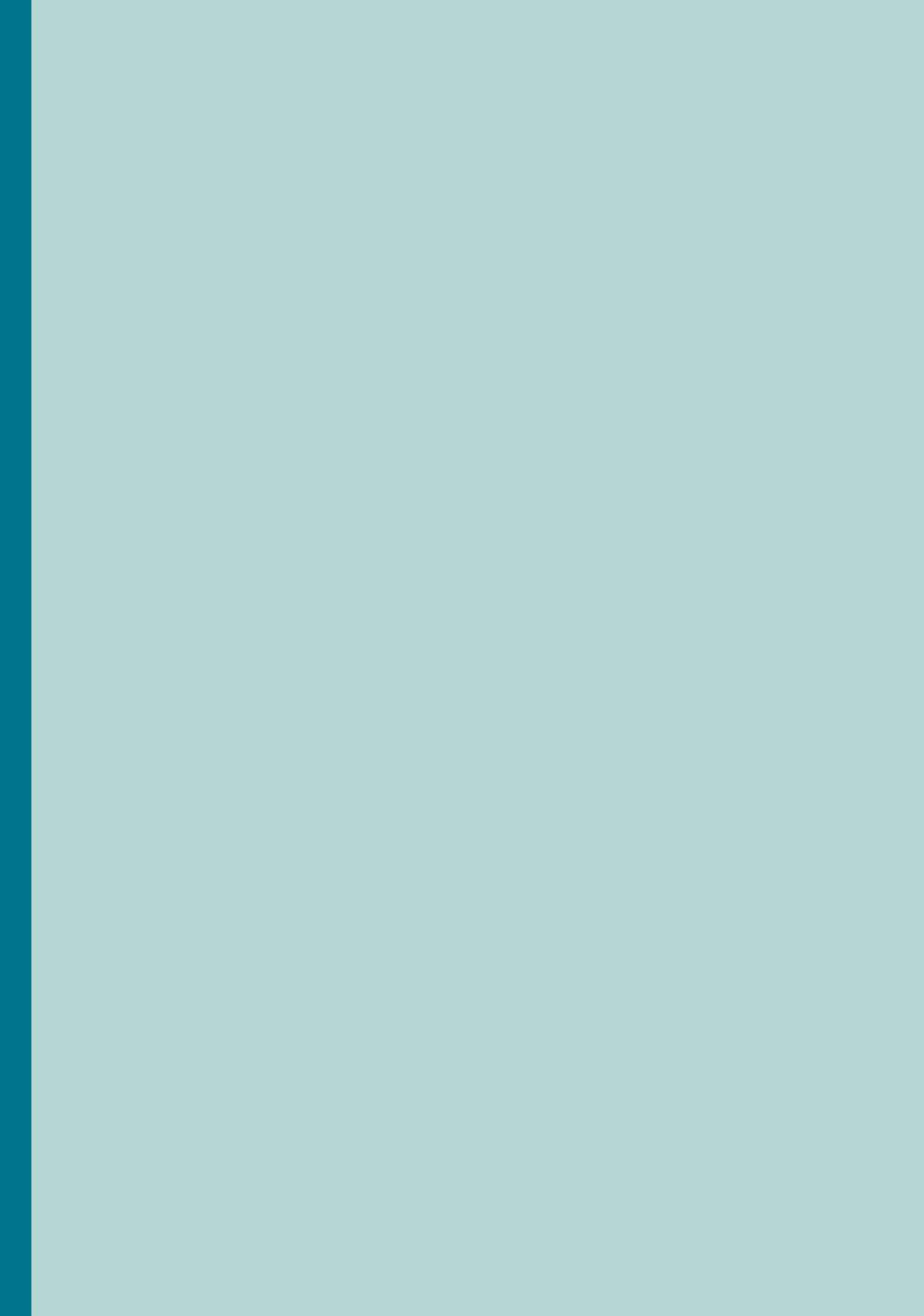
Coordenação Técnica

Wang Hsiu Ching

Clóvis Walter Rodrigues

Sumário

Apresentação	7
1. O que são resíduos?	9
2. Qual a importância dos resíduos como fonte de energia renovável?	13
3. Como e quando surgiu a utilização dos resíduos e dejetos como fonte energética no mundo ?	15
4. Como e quando surgiu a utilização dos resíduos e dejetos como fonte energética no Brasil ?	18
5. Quais são os órgãos reguladores no Brasil?	21
6. Quais são os marcos regulatórios no Brasil?	24
7. Com quais resíduos e dejetos é possível produzir energia?	26
8. Quais as tecnologias disponíveis para a produção de energia derivada de resíduos e dejetos no país?	47
9. Quais instituições tecnológicas são referências na temática?	59
10. Quais instituições trabalham com linhas de crédito para o segmento dos resíduos e dejetos?	61
11. Desafios e perspectivas para o aproveitamento de resíduos e dejetos como fonte energética no Brasil	64
12. Qual a relação entre os resíduos e os dejetos com o Protocolo de Quioto?	67
Anexo: <i>Sites</i> para consulta	69



Apresentação

O Brasil destaca-se no mundo contemporâneo por ser um dos países com maior participação na oferta de energia de fontes renováveis, que corresponde a 44,4% do total de sua oferta energética em 2006, enquanto a média mundial é de 13,2%.

O desenvolvimento e o aprimoramento de tecnologias mais limpas acompanhadas de legislações incentivadoras transformam as fontes renováveis em opção para um desenvolvimento sustentável, associando beneficentemente as questões sociais, econômicas e ambientais.

Os recursos renováveis podem ser obtidos de muitas fontes, entre elas: da energia solar, dos ventos (eólica) e da biomassa* (matéria orgânica). O foco desse trabalho é apresentar algumas alternativas de produção de energia, a partir da biomassa, existente nas atividades rurais sem, contudo, competir com as outras demandas destinadas à alimentação humana e animal e fertilização das terras para a produção agrícola e pecuária.

É importante esclarecer que as produções agrícola e pecuária são fontes de insumos diretos e indiretos para os quatro segmentos da agroenergia: biodiesel, etanol, florestas energéticas e resíduos. No entanto, este material destina-se a explorar as nossas potencialidades em relação à produção de biomassa para fins energéticos pelo aproveitamento dos resíduos e dejetos. Os demais segmentos serão tratados em cartilhas específicas.

* Biomassa é todo o recurso renovável de origem animal ou vegetal que pode ser utilizada na produção de energia – Ministério das Minas e Energia. Atlas de Energia Elétrica do Brasil (Aneel), 2006, cap. 5, p. 77 .

Explorar essas potencialidades tem relevância estratégica para o país, visto que o Brasil conta com clima favorável, rica biodiversidade, vasta extensão territorial e é um dos maiores produtores mundiais de produtos agropecuários. Tal condição coloca-o em posição vantajosa no uso progressivo de energia limpa a partir de resíduos e dejetos. Adicionalmente, a produção agropecuária é diversificada, em porte e tecnologia, com existência de inúmeras propriedades rurais presentes em todas as regiões do país, de pequeno a grande porte e domínio de tecnologias tropicais.

Essa produção agropecuária diversificada e descentralizada gera, por sua vez uma, oferta muito abundante de resíduos e dejetos que pode ser aproveitada – pelo menos parte dela – em energia. A energia produzida com fontes renováveis e por meio de tecnologias ambientalmente sustentáveis, como a geração de biogás, produção de briquetes e gaseificação, pode suprir as demandas de eletricidade e calor das atividades humanas e industriais, em especial na área rural, tanto nos grandes empreendimentos como nos pequenos negócios do setor agropecuário. Também apresenta a vantagem de dar destino adequado às sobras de processos produtivos com ganhos econômicos.

Tais tecnologias estão disponíveis para todos os portes de empresa até mesmo para as pequenas propriedades, o que torna possível a transformação desses resíduos e dejetos em energia com processos simples e de fácil acesso a esse segmento e com impactos muito positivos na redução de custos e na melhoria da imagem do negócio pelo adequado uso dos recursos naturais.

1. O que são resíduos?

Os resíduos são as partes que sobram de processos derivados das atividades humanas e animal e de processos produtivos, como a matéria orgânica, o lixo doméstico, os efluentes industriais e os gases liberados em processos industriais ou por motores.

O acelerado crescimento populacional e das atividades econômicas e conseqüente aumento significativo de resíduos, em seus diferentes estados, sejam sólidos, líquidos e gasosos, com indesejáveis efeitos no meio ambiente, têm elevado o custo do tratamento desses resíduos para a sociedade. Assim como o aumento das áreas de aterros para a deposição do lixo urbano, contaminação das águas e ar, tanto em áreas urbanas como rurais, também apresenta graves efeitos nocivos pela deposição incorreta dos resíduos e dejetos.

Portanto, reduzir, reutilizar e reciclar são condições essenciais para a garantia de processos mais econômico e ambientalmente sustentáveis, em áreas urbanas e rurais. Os resíduos e dejetos passam da condição de elementos descartados do processo para matéria-prima de co-produtos.

Transformação de resíduos e dejetos em co-produtos é a base do conceito de sustentabilidade do mundo moderno – produzir mais com menos e com menor impacto ambiental, o que significa produzir de forma mais eficiente, com a utilização racional das matérias-primas, água e energia.

O mesmo conceito pode ser aplicado na produção agropecuária e agroextrativista, na medida em que esses processos produtivos devem ser gerenciados com maior eficiência, equacionando o binômio da racionalidade econômica e do

manejo dos recursos ambientais com soluções locais e tecnologias adequadas.

A oferta de resíduos originados da diversificada produção brasileira agroextrativista e agropecuária, entendidas como biomassa, é rica e abundante e está presente em praticamente todas as propriedades rurais do território brasileiro.

Transformar esses resíduos em energia elétrica e calor para muitas propriedades rurais é uma solução necessária para o suporte dessas atividades, assim como para o desenvolvimento de novas atividades produtivas. Significa diminuir custos no processo de produção, minimizar os impactos ambientais e agregar valor à produção ou, ainda, dar condições de desenvolvimento para as pequenas comunidades rurais mais isoladas.

As tecnologias mais acessíveis para as pequenas propriedades para transformar os resíduos e dejetos em energia são: a) gaseificação por dois processos – a quente (gaseificadores) e anaeróbica (biodigestores); b) a compactação de resíduos (produção de briquetes).

Os produtos energéticos derivados desses processos – gás, biogás e briquetes – substituem os combustíveis de origem fóssil com vantagens econômicas (menor preço de insumos), apresentam baixa emissão de Gases Efeito Estufa (GEE),¹ reduzem os impactos ambientais em solo e água e podem suprir as necessidades de energia de uma pequena propriedade rural.

O biogás pode ser utilizado, em substituição ao Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), para as atividades de cozimento e também para a geração de energia elétrica com aplicação residencial e industrial, como climatização das instalações para criação de animais.

1 Gases Efeito Estufa (GEE) – CO₂ (dióxido de carbono), CH₄ (metano), N₂O (óxido nitroso), SF₆ (hexafluoreto de enxofre) e CF₄ (um perfluorcarbono ou PFC) – são cobertos pelo Protocolo de Quioto. CFC-11 e HCFC-22 (um substituto de CFC).

Os briquetes, carvão ecológico ou outra denominação no mercado, são utilizados em substituição à lenha nas atividades de cozimento e caldeiras a vapor nas pequenas agroindústrias ou destinados ao mercado para indústrias de panificação, pizzarias, feccularias, entre outros.

O gás produzido pelo gaseificador pode substituir em grande parte o óleo diesel para acionamento dos geradores com o objetivo de suprir a eletricidade e calor em propriedades rurais sem acesso à rede elétrica.

Além dos usos para finalidades diversas, considerados tecnologias limpas, a energia produzida a partir de fontes mais limpas colabora para a redução das emissões de GEE, uma preocupação mundial expressada por meio do Protocolo Quioto. Em seu artigo 12, estabelece incentivos aos países em desenvolvimento para projetos que adotem Mecanismos de Desenvolvimento Limpo, com o objetivo de estimular as energias renováveis. Em consonância com os esforços internacionais, o governo brasileiro elaborou o Plano Nacional de Agroenergia (PNA), 2006-2011.

Esse plano traça as diretrizes e estratégias para o desenvolvimento das cadeias agroenergéticas do biodiesel, etanol, florestas energéticas e resíduos agropecuários.

As proposições do PNA têm como objetivo estimular o desenvolvimento de energia de fontes renováveis, que podem ser obtidas a partir das produções extrativista, agrícola e pecuária.

O PNA estabelece como um de seus vetores determinantes para a cadeia agroenergética de resíduos e dejetos o desenvolvimento de tecnologias da produção agropecuária que atendam aos distintos setores e suas etapas produtivas:

- *Desenvolvimento de tecnologias para o aproveitamento energético de resíduos da produção agrícola, pecuária, florestal e da agroindústria;*
- *Desenvolvimento de tecnologias para a utilização de compostos orgânicos resultantes da produção agropecuária, com risco sanitário, na produção de agroenergia;*
- *Desenvolvimento de tecnologias para a utilização dos resíduos pós obtenção de energia para outras finalidades, como correção de acidez ou fertilidade do solo;*
- *Promover a integração dos conceitos de agroenergia e mercado de carbono;*
- *Interfacear com as redes de pesquisa para aproveitamento de efluentes urbanos para fins energéticos.*

2. Qual a importância dos resíduos como fonte de energia renovável?

As fontes energéticas renováveis apresentam-se como resposta da sociedade moderna diante do alto preço dos combustíveis fósseis, da perspectiva de sua escassez, bem como da necessidade das reduções dos GEE pelo uso das fontes energéticas derivadas de combustíveis fósseis (petróleo e carvão), ao qual se atribui parcela significativa do aquecimento global.

Assim, abrem-se enormes oportunidades para os biocombustíveis – biodiesel e etanol, o biogás e outras formas energéticas obtidas de fontes renováveis, que se apresentam como alternativas promissoras para a dinamização das economias locais com menor impacto ambiental.

A tendência verificada na moderna gestão empresarial apóia-se na adoção de práticas de processos produtivos mais eficientes e integrados, que além das questões ambientais, sociais e econômicas, nos quais seus resíduos, quando processados, são incorporados como co-produtos, com resultados econômicos muito positivos para a sua atividade.

Um dos exemplos mais significativos no Brasil, em relação à utilização de resíduos para a geração de energia, é o adotado pelo setor sucroalcooleiro, no qual se destaca o uso do bagaço da cana-de-açúcar e o vinhoto. O bagaço da cana está sendo utilizado na alimentação das caldeiras que movem as usinas de açúcar e álcool; e o vinhoto, produto da etapa de processamento do álcool, na produção de biogás. O biogás, por sua vez, pode operar como energia complementar no processo produtivo, de forma isolada ou combinada ao bagaço de cana.

Outro importante exemplo é o da suinocultura confinada que utiliza os dejetos animais para a produção de biogás e biofertilizantes. Nessas propriedades, o biogás pode ser utilizado como fonte energética para o aquecimento dos leitões em substituição ao gás natural, assim como para a produção de energia elétrica.

Esse movimento crescente de investimentos em processos e produtos que privilegiam tecnologias limpas e ambientalmente sustentáveis vem em resposta à minimização dos danos ambientais, com a redução de resíduos/dejetos dos processos produtivos na medida em que se adotam tecnologias produtivas mais integradas e mais econômicas, seja pela redução de custos produtivos ou seja pela geração de co-produtos.

3. Como e quando surgiu a utilização dos resíduos e dejetos como fonte energética no mundo?

A utilização da biomassa como fonte energética é uma prática que data dos primórdios da civilização com a queima direta da lenha, carvão e óleo animal para as atividades de cozimento e aquecimento.

Durante os séculos XIX e XX, impulsionados pelas demandas do crescimento populacional e da revolução industrial, surgem novas formas de energia e tecnologias, como a gaseificação com carvão mineral e, posteriormente, com lenha e o aproveitamento dos gases derivados da decomposição dos resíduos agropecuários, humanos e agrícolas (biogás).

Alguns registros em relação ao biogás estão apresentados de forma sucinta a seguir:

- A primeira experiência de biogás constante na história da ciência data do século XIX com base em um estudo de um aluno de Louis Pasteur. A tecnologia do uso de resíduos agropecuários, humanos e agrícolas foi disseminada posteriormente para países mais populosos como China e Índia. A construção de biodigestores com fornecimento de biogás garantiu a sobrevivência e a produção nas áreas rurais e nas pequenas aglomerações urbanas.

- A popularização do biodigestor anaeróbio para produção de biogás foi feita na Índia, com a criação do Instituto Indiano de Pesquisa Agrícola, em Kampur (1939), onde se desenvolveu a primeira usina de gás de esterco. A partir de 1950, iniciaram-se pesquisas e a difusão de biodigestores como forma de tratar o esterco e obter combustível sem perder o efeito fertilizante. Nessa época, foram construídas mais de 500 mil unidades digestoras no norte da Índia denominadas de biodigestores modelo indiano. Contudo, foi na China que ocorreu a utilização mais intensa de biodigestores. Entre 1958 e 1972, foram instalados mais de 7,2 milhões de biodigestores modelo Chinês.²
- Ao longo do século, durante dois episódios que afetaram as economias mundiais, a segunda guerra mundial e as crises do petróleo nas décadas de 1970 e 1980, diante da escassez das fontes energéticas de origens fósseis, pelo alto preço ou pela dificuldade de suprimento do energético, as produções de biocombustíveis e de biogás prosperaram como fonte e meio de suprimento energético para a manutenção das atividades econômicas.
- Superados os conflitos, essas fontes alternativas de energia não se firmaram como fontes energéticas continuadas, dando-se prosseguimento aos padrões econômicos com prevalência do uso do petróleo e do carvão mineral.

A partir da década de 1990, com as preocupações ambientais causadas pelo aquecimento global decorrentes das emissões de GEE e pelo aumento continuado dos preços dos produtos derivados do petróleo, reabrem um espaço, em âmbito mundial, para o desenvolvimento e a

2 Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/SBER9.html?submit=Anterior>>. Acesso em: 11 mar. 2008.

disseminação de tecnologias para o aproveitamento de fontes de energia derivadas de fontes renováveis – solar, eólica e biomassa.

Esse esforço pode ser constatado em âmbito mundial pelas inúmeras experiências bem-sucedidas de geração de energia provenientes de fontes renováveis, nos países da Europa, principalmente na Suécia e na Alemanha, na China, Índia, Malásia, em alguns países da África e no Brasil.

4. Como e quando surgiu a utilização dos resíduos e dejetos como fonte energética no Brasil?

As primeiras experiências mais significativas no Brasil sobre a utilização de resíduos e dejetos como fonte energética são relatos das décadas de 1970 e 1980 dos resultados obtidos pelo Projeto Biogás realizados pelas Empresas de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater). Esse projeto foi desenvolvido principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste e consistia no apoio técnico e na transferência de tecnologia para a construção de biodigestores em pequenas propriedades agrícolas.

O Projeto Biogás foi desenvolvido pela Emater em parceria com o Laboratório de Energia Biomassa da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em Areia (PB), a partir de 1977, tendo contado com a colaboração do Professor visitante Kuzhiparambil Prakasan, um dos maiores especialistas no assunto no âmbito internacional. As tecnologias para o Projeto Biogás contaram com a adoção de biodigestores nos modelos indiano e chinês nos quais os processos de produção do biogás e os aspectos construtivos são similares.

No mesmo período, no Estado de Pernambuco, o agrônomo Jaime Germano, com larga experiência no Sistema Energético Integrado (SEI) da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Pernambuco (Ematerpe), fez adaptações no biodigestor de modelo chinês para ser operado com eficiência diante do clima da região (menor índice de rachaduras na construção da campânula).

Os projetos implantados, em maior número na modalidade do biodigestor indiano, obtiveram resultados muito positivos na época, gerando biogás e biofertilizante para as pequenas propriedades rurais. Contudo, alguns fatores limitaram a sua expansão, como a queda do preço do petróleo e a descontinuidade dos programas governamentais de incentivo e de extensão rural na região.

Como resultado dos projetos, foram implantados 196 biodigestores de 1979 a 1982 no Estado da Paraíba e mais uma centena na região sudeste e sul.

Uma recente pesquisa do Núcleo de Energia da UFPB sobre o tema informa que do universo de quase 200 biodigestores implantados no Estado da Paraíba, apenas 4,6% estão em funcionamento.³

Decorridas praticamente duas décadas, retomam-se os investimentos em tecnologias destinadas a transformar resíduos em biogás e biofertilizantes. Um dos setores em que o processo de biodigestores vem sendo aplicado em larga escala é o da suinocultura, cuja atividade produtiva gera dejetos que se não tratados apresentam severos efeitos de degradação ao meio ambiente, como poluição das águas, poluição do ar pela liberação de metano (CH₄) e poluição dos solos.

Como fatores de estímulo para esses projetos, estão o desenvolvimento de tecnologias limpas *Mecanismo de Desenvolvimento Limpo*, amparadas pelas premissas estabelecidas no Protocolo de Quioto.⁴

Tais projetos estão em execução por vários institutos de pesquisa e por organizações não-governamentais em parceria com os produtores.

3 Informações sobre o projeto Biogás estão disponíveis em: <<http://www.inova.unicamp.br/inventabrasil/biodigr.htm>> Acesso em: 11 mar. 2008.

4 Protocolo de Quioto – acordo mundial entre as nações para redução de emissões de Gases Efeito Estufa (GEE), assinado em 2005.

Uma experiência com suinocultores da região Sul em realização com o Instituto Sadia de Sustentabilidade⁵ retrata esta tendência. Trata-se do *Programa de Suinocultura Sustentável da Sadia (3S)*, que se apóia no conceito de sustentabilidade de acordo com os princípios econômicos, ambientais e sociais. Um dos destaques do Programa é o incentivo para a instalação de biodigestores em regime de comodato nas granjas de suinocultura. O programa realiza-se com recursos obtidos junto ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e amortizado com os créditos de carbono captados por meio de um projeto de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) aprovado. A meta do Programa 3S é o atendimento de 3,5 mil integrados dos quais 980 já estão com os biodigestores instalados.

Como pode ser observada, a implantação de biodigestores para se obter biogás, principalmente em propriedades agrícolas, obteve relativo sucesso nas décadas de 1970 e 1980 e passa atualmente a ser novamente incentivada.

Para tanto, o Brasil dispõe de domínio dessa tecnologia, de instituições habilitadas para a sua disseminação na fase atual de fabricantes de equipamentos e de uma rede de assistência técnica e extensão rural altamente qualificada para orientar os produtores rurais.

5. Quais são os órgãos reguladores no Brasil?

As atividades desenvolvidas pelos segmentos produtivos que geram resíduos e dejetos estão em princípio reguladas pelo Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama), que tem como órgão central o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), responsável pela determinação de política e normativas com referência ao meio ambiente.

Ainda no âmbito federal, o Sisnama tem como órgão executor o Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). Além dessa estrutura, o sistema é complementado por órgãos e entidades estaduais com distintas atribuições: a) órgãos estaduais responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental; b) os órgãos ou entidades municipais, responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades, nas suas respectivas jurisdições.

A seguir, a lista dos órgãos estaduais responsáveis pelo licenciamento ambiental por estado da federação:

Estado	Órgão estadual	Endereço eletrônico
AC	Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais (Sema)	www.seiam.ac.gov.br
AL	Instituto do Meio Ambiente (Ima)	www.ima.al.gov.br
AP	Secretaria de Estado do Meio Ambiente (Sema)	www.sema.ap.gov.br
AM	Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (Ipaam)	www.ipaam.am.gov.br
BA	Centro de Recursos Ambientais (CRA)	www.cra.ba.gov.br
CE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente (Semace)	www.semace.ce.gov.br
DF	Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Distrito Federal (Semarh)	www.semarh.df.gov.br
ES	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e de Recursos Hídricos (Seama)	www.seama.es.gov.br
	Instituto Estadual de Meio Ambiente (Iema)	www.iema.es.gov.br
GO	Agência Goiana do Meio Ambiente (Aagma)	www.agenciaambiental.go.gov.br
MA	Governo do Estado do Maranhão	www.ma.gov.br
MT	Fundação Estadual do Meio Ambiente (Fema)	www.fema.mt.gov.br
MS	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sema)	www.sema.ms.gov.br
MG	Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam)	www.feam.br
PA	Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (Sectam)	www.sectam.pa.gov.br
PB	Superintendência do Meio Ambiente (Sudema)	www.sudema.pb.gov.br
PR	Instituto Ambiental do Paraná (IAP)	www.pr.gov.br/iap
PE	Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH)	www.cprh.pe.gov.br
PI	Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Semar)	www.semar.pi.gov.br
RJ	Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (Feema)	www.feema.rj.gov.br
RN	Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente do RN (Idema)	www.idema.rn.gov.br
RS	Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler (Fepam)	www.fepam.rs.gov.br

Estado	Orgão estadual	Endereço eletrônico
RO	Governo do Estado de Rondônia	www.sedam.ro.gov.br/web/guest/home
RR	Fundação Estadual de Meio Ambiente Ciência e Tecnologia (Femact)	www.femact.rr.gov.br
SC	Fundação do Meio Ambiente (Fatma)	www.fatma.sc.gov.br
SP	Secretaria de Estado do Meio Ambiente (Sema)	www.ambiente.sp.gov.br
	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb)	www.cetesb.sp.gov.br
	Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental (Daia)	www.cetesb.sp.gov.br/licenciamento/daia/daia.asp
SE	Administração Estadual do Meio Ambiente (Adema)	www.adema.se.gov.br
TO	Instituto Natureza do Estado do Tocantins (Naturatins)	www.naturatins.to.gov.br

Fonte: Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>.

6. Quais são os marcos regulatórios no Brasil?

As atividades da agropecuária, considerando-se a produção extrativista e agrícola, assim como a criação de animais, dispõem de um conjunto de normativas que as regulamentam. Destacam-se como importantes para o segmento de resíduos e dejetos aquelas que incentivam as atividades da agropecuária e aquelas que estabelecem limites ambientais para a realização de suas operações produtivas.

Assim, temos o que se encontra estabelecido pela nossa Constituição Federal de 1988, pelo Plano Nacional de Agroenergia e *Agenda 21*, pelo estímulo aos processos ambientalmente sustentáveis. A regulamentação das atividades produtivas da agropecuária sob o aspecto ambiental é tratada na Lei nº 8171/91, alterada pela Lei nº 9272/96, e na Lei nº 9.605/98.

Muitas atividades produtivas geram resíduos e dejetos danosos ao meio ambiente, estão listadas como sujeitas ao licenciamento ambiental e são reguladas pela resolução Conama nº 237/97. As sanções impostas pela deposição incorreta no meio ambiente estão regulamentadas pela resolução Conama nº 357/05. A mais recente resolução do Conama é nº 385, de 27 de dezembro de 2006, que trata sobre o licenciamento ambiental de agroindústrias de pequeno porte e baixo impacto ambiental. O prazo para regularização dos empreendimentos existentes é de 18 meses a partir da publicação da resolução. Recomenda-se a consulta sobre a legislação federal ao fim desse item, assim como a consulta aos órgãos estaduais, listados no Capítulo 5, para conhecer os procedimentos adotados para o licenciamento ambiental no âmbito do estado.

Constituição Federal de 1988	Artigo 23 e Artigo 186 – que estabelecem respectivamente o fomento à produção agropecuária e à função social da empresa pela utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e preservação do meio ambiente
<i>Agenda 21</i> (a)	Adoção de tecnologias ambientalmente saudáveis
Plano Nacional de Agroenergia (b)	Estratégias do Governo Federal para o desenvolvimento da Agroenergia
Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991, com atualizações pela Lei nº 9272/96 (C)	Fixa os fundamentos, define os objetivos e as competências institucionais, prevê os recursos e estabelece as ações e os instrumentos da política agrícola, relativamente às atividades agropecuárias, agroindustriais e de planejamento das atividades pesqueira e florestal
Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 (C).	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências
Resolução Conama – nº 237 de 19 de dezembro De 1997 (C)	Trata dos procedimentos utilizados para o licenciamento ambiental
Resolução Conama – nº 357 de 17 de março de 2005 (C)	Dispõe 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
Resolução Conama – nº 385 de 27 de dezembro de 2006 (c)	Estabelece procedimentos a serem adotados para o licenciamento ambiental de agroindústrias de pequeno porte e baixo impacto ambiental

Fonte: a) Texto da *Agenda 21*. Disponível em: <mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=18&idConteudo=597>; b) Texto do Plano Nacional de Agroenergia. Disponível em: <www.biodiesel.gov.br>; c) Textos das leis e resoluções indicadas. Disponível em: <www.ibama.gov.br/cnia/index.php?id_menu=66> e no Portal Nacional de Licenciamento Ambiental do Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=46>.

7. Com quais resíduos e dejetos é possível produzir energia?

Em geral, pode-se afirmar que toda a atividade agropecuária produz resíduos e dejetos, entendidos como biomassa, que podem ser insumos para a produção de energia e biofertilizantes.

Observa-se uma grande variedade de resíduos, dada a grande extensão territorial brasileira e o dinamismo das atividades agropecuárias de produção extrativista, agrícola e animal. Alguns desses resíduos, com semelhanças dentro do território brasileiro e outros derivados das singularidades regionais, contudo com potencial de transformação em insumo energético.

A transformação em energia dos resíduos depende de fatores, como volume dos insumos, da logística, do processo tecnológico empregado, como disponibilidade de tecnologia e da viabilidade econômica.

Com vistas a atender os pequenos negócios existentes e os futuros empreendimentos nas cadeias agroenergéticas foram adotados critérios combinados para a seleção das produções agrícolas e das criações de animais: a) identificação de setores agropecuários com maior presença de pequenas propriedades ou ainda com potencialidade de negócios para pequenos empreendimentos; b) desenvolvimento de fontes renováveis para o suprimento de processos agroindustriais nas pequenas comunidades isoladas; c) a existência de processos tecnológicos adaptados a empreendimentos rurais de pequeno porte; e d) o potencial de aproveitamento energético dos resíduos e dejetos.

Tais critérios aplicados ao conjunto das atividades agropecuárias permitem focalizar os seguintes setores: a) na produção agroextrativa, o açaí, o cupuaçu e o baru; b) na produção agrícola com a seleção das culturas temporárias, as produções de mandioca e de arroz, e para a cultura permanente, a produção de coco; e c) na produção animal, as criações de bovinos, suínos, caprinos, ovinos e aves.

Os setores selecionados apresentam excelentes perspectivas para a transformação de seus resíduos em insumo energético, tanto para a obtenção de gás e biogás como na produção de compactados, briquetes.

Alguns desses setores têm presença significativa de empreendimentos de pequeno porte, como revela o estudo⁶ elaborado em 2000, dentro do projeto de cooperação técnica da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra).

Constata-se que, utilizando as informações desse estudo, o qual considerou o valor bruto de produção, a partir do censo agropecuário 1996 como referência para os setores selecionados, a participação da pequena produção, em termos Brasil, varia conforme o tipo de produção e região, segundo a dinâmica econômica dos setores. Para os setores selecionados, a pequena produção participa com 83,9% na cultura temporária da mandioca e 30,9% na cultura de arroz; e na produção animal, com 58,5% na suinocultura, 52,1% na pecuária leiteira e com menores participações na avicultura e na pecuária de corte.

Entretanto, os recortes regionais apresentam configurações da participação da pequena produção de forma diferenciada, à exceção da produção de mandioca que tem distribuição praticamente homogênea, revelando, portanto, oportunidades distintas de projetos.

6 Estudo técnico *Novo Retrato da Agricultura Familiar – o Brasil redescoberto*. Disponível em: <<http://200.252.80.30/sade/documentos.asp>>.

A seguir, é mostrado o percentual do VBP da pequena produção em relação ao total do produto.

Região	Produção animal e cultura temporária					
	Mandioca	Arroz	Pecuária		Suínos	Aves/ovos
			Corte	Leite		
Nordeste	82,4	70,3	42,6	53,3	64,1	26,2
Centro-Oeste	55,6	23,4	11,1	50,8	31,1	29,4
Norte	86,6	52,6	26,6	67,0	73,8	40,3
Sudeste	69,8	51,3	22,5	37,5	21,0	17,8
Sul	88,9	21,3	35,0	79,6	68,6	61,0
Brasil	83,9	30,9	23,6	52,1	58,5	39,9

Nota 1: Tabela elaborada a partir de dados tabelas 14a e 14b constantes no documento em referência na fonte 1.

Nota 2: Valor Bruto de Produção (VBP).

Fonte 1: *Novo retrato da agricultura familiar – o Brasil redescoberto*. Projeto de Cooperação Técnica Incra/FAO.

Fonte 2: Censo Agropecuário 1995/96 – IBGE.

Essas constatações são corroboradas por outro estudo mais recente *O agronegócio familiar no Brasil e nos seus Estados: a contribuição da agricultura familiar para a riqueza nacional*.⁷ que indica crescimento da participação da pequena produção para o período de 1996 a 2003 – naqueles setores.

Os resultados preliminares do censo agropecuário de 2006 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontam para um aumento das propriedades agrícolas de 1996 para 2006 da ordem de 7%, ou seja, o número de estabelecimentos agropecuários em 1996 era

7 *O agronegócio familiar no Brasil e nos seus Estados: a contribuição da agricultura familiar para a riqueza nacional*. 2006, RER, RJ, v. 44, n. 3, jul./set. Disponível em: <<http://www.pronaf.gov.br/dater/index.php?ctuid=15005&scid=702>>.

de 4,9 milhões, passando em 2006 para 5,2 milhões de estabelecimentos.

Nos estudos anteriores, as propriedades de pequeno porte representavam 85,2% dos estabelecimentos, com produções setoriais distintas, segundo a dinâmica conjuntural e estrutural das cadeias do agronegócio. Em uma posição conservadora, poderíamos afirmar que as pequenas propriedades estão mantendo as posições de participação nas cadeias de agronegócios na mesma proporção daquela identificada para 1996, o que significaria um acréscimo de 7%, totalizando 4,4 milhões de propriedades rurais de pequeno porte.

No período de 1996 a 2006, houve no mercado mundial e nacional, expressivas mudanças na área do agronegócio que exigiu racionalização de produção com investimentos em processos produtivos mais tecnificados, com reflexos no aumento de produtividade agrícola e ganhos econômicos, com vistas à manutenção dos produtos brasileiros, tanto nos mercados nacionais e como nos internacionais.

O fato de a pequena produção estar presente em todas as cadeias do agronegócio, com maior ou menor percentual de participação, de acordo com os estudos indicados, nos permite considerar que essas propriedades estão acompanhando a dinâmica do mercado, mantendo-se presentes nas cadeias também com aumento da produtividade agrícola e processos mais tecnificados, notadamente nas cadeias de agronegócio com maior integração econômica das empresas.

Um dado que reforça esse fato diz respeito ao volume de recursos investidos na pequena produção pelo Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf). Os valores contratados por essa categoria econômica, isoladamente ou em conjunto, para aplicação em custeio e em investimento passaram de 1,8 bilhões de reais em 1999 para 8,5 bilhões em 2006/2007.⁸ Do montante financiado, no período, 60,9% aplicados em custeio e 39,1% em investimentos. Os recursos relativos aos investimentos tiveram como destinação principal o aprimoramento e a diversificação das atividades agrícolas nas propriedades rurais, o desenvolvimento de agroindústrias e a implantação e utilização de energias renováveis, estes a partir de 2005.

Assim, consideramos que a pequena produção mantém as mesmas participações constatadas pelos estudos realizados, com a ressalva de que alguns desses setores selecionados para esse trabalho, não há informações disponíveis sobre a sua estrutura empresarial e, portanto, não se pode identificar a participação da pequena produção.

Com base nas exposições anteriores e como forma de dimensionar as potencialidades por setores, tendo em vista o aproveitamento dos resíduos e dejetos, tomou-se como base a produção física constante das estatísticas disponíveis para o ano de 2006, produzidas pelo IBGE nas pesquisas agrícola e pecuária, acrescidas das informações técnicas de relatórios e estudos elaborados por instituições e universidades sobre a temática.

Dos relatórios estatísticos do IBGE, ano de 2006, foram extraídos demonstrativos das produções físicas para as lavouras temporárias de mandioca e de arroz e a lavoura permanente com a produção de coco. Os dados

8 Dados obtidos no Portal da Secretaria da Agricultura Familiar (SAF) do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), relatório eletrônico das aplicações de recursos do Pronaf – total Brasil por modalidade de financiamento para o período disponível de 1999 a 2007/2008.

referentes a essas produções agrícolas são apresentados por região brasileira e por estado para as culturas mais relevantes, em termos de produção e distribuição espacial, e os referentes à produção agropecuária foram extraídos da pesquisa pecuária municipal, ano base 2006, por tipo de rebanho efetivo existente em cada região: rebanhos bovinos-leite, suínos, ovinos e caprinos e aves. E no caso dos dados referentes à produção agroextrativa, apenas a produção de açaí está contabilizada.



Fonte: IBGE – Produção Agrícola Municipal, 2006.

7.1. Produção agroextrativa

Pelo menos três produções agroextrativas – açazeiro, cupuaçuzeiro e baru – já contam com projetos de aproveitamento de seus resíduos para energia. Tais produções vêm aumentando significativamente com a expansão de mercado para seus produtos, o que significa também maior volume de resíduos a ser transformado.

■ Açáí

O açazeiro nativo da região Norte, segundo dados da pesquisa agroextrativista elaborado pelo IBGE, apresentou em 2006 a produção de 101.341 toneladas de frutos, das quais 91% são no Estado do Pará. Do fruto do açáí, 15% de seu peso corresponde à polpa destinada ao consumo *in natura*, sorvetes e outros derivados e 85% corresponde ao caroço, utilizado na produção de cosméticos, fibras de móveis, xaxim, compensados, adubo orgânico e carvão vegetal.⁹

■ Cupuaçu

O cupuaçu também é uma espécie nativa da Amazônia que passa do processo extrativista para a forma domesticada, em razão da expansão do mercado da polpa. Na composição física do fruto do cupuaçu e conforme o formato do fruto, a polpa corresponde de 38% a 43% do total do fruto e a casca de 37% a 44%, e o restante do fruto é composto por fibras e sementes. A polpa é utilizada para produtos alimentícios, como sucos, sorvetes e bombons e a casca é utilizada parcialmente como adubo e o restante descartado.¹⁰ Está em desenvolvimento um projeto com a comunidade Manacupuru no Es-

9 Informações obtidas no sistema de produção de Açáí, relatório técnico elaborado pela Embrapa Amazônia Oriental, em dezembro de 2006. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/#acai>>.

10 Dados constantes dos relatórios técnicos da embrapa sobre a produção de cupuaçu. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/#cupuacu>>.

tado do Amazonas, contemplado pelo Projeto Ribeirinhas da Eletrobrás, com a finalidade de produzir energia elétrica a partir da casca de cupuaçu (projeto com o detalhe técnico abordado no item 8, subitem gaseificação).

■ Baru

Na região Centro-Oeste tem o baru, uma árvore nativa que produz um fruto cuja polpa é utilizada para ração animal e farinha para bolos e pães. A castanha torrada, em grãos ou moída, é utilizada como alimento – sorvetes, licores molhos e tempero. A parte lenhosa é aproveitada para a produção de carvão ecológico.¹¹

A produção do baru ainda é extrativista e a espécie está ameaçada de extinção. O seu cultivo e o aproveitamento do fruto são estimulados nos assentamentos da região Centro-Oeste. A tendência verificada aponta para a expansão dessa produção, na medida em que os produtos do fruto ganhem maior aceitação no mercado nacional.

A Embrapa Cerrados está desenvolvendo um projeto de sistemas florestais para as pequenas propriedades dos cerrados, com especial atenção para as árvores nativas e exóticas, dentre as quais o baru está contemplado. O projeto tem como objetivo estimular o sistema agroflorestal como alternativa para a preservação ambiental e combate à pobreza rural e à segurança alimentar.¹²

11 Informações obtidas no www.redeecologica.org – produtores e produtos e Centro de Produção e Pesquisa e Capacitação do Cerrado. Disponível em: <www.ceppec.org.br>.

12 Embrapa Cerrados. Disponível em: <www.cpac.embrapa.br>.

7.2. Produção agrícola – cultura temporária

■ Mandioca

A produção de mandioca está presente em quase todo o território nacional e seus produtos fazem parte do cardápio dos brasileiros. As formas de processamento da mandioca consistem na produção de farinha obtida das raízes da planta e na produção de insumo para ração animal *in natura* ou processado. Tais produções estão de norte a sul do Brasil com as casas de farinha mais presentes nas regiões Norte e Nordeste e fecularias de maior porte nas regiões sudeste e sul.

A produção de mandioca resulta em resíduos líquidos e sólidos. Os resíduos líquidos compõem-se da água de lavagem das raízes, manipueira e água de extração da fécula. Os resíduos sólidos compõem-se de ramas, cepa, descarte, cascas, farelo, folhas e crueira.¹³

Parte dos resíduos sólidos, em especial o farelo, pode ser utilizado para a produção de briquetes. Testes para essa finalidade foram elaborados pela Universidade Estadual Paulista, *campus* de Botucatu.

Dos resíduos líquidos, a manipueira, resultado da prensagem da mandioca, apresenta elevado teor tóxico e compromete o meio ambiente se a sua deposição for inadequada. Contudo, a sua utilização como biogás – fonte energética renovável – obtido por biodigestão, tem alta aplicabilidade para o uso residencial e no processo produtivo nas casas de farinha, segundo estudos realizados pela Universidade Federal de Alagoas.¹⁴ Também aponta-se como uma referência de estudos para a utilização da manipueira como

13 Informações técnicas extraídas do volume 4 – *Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca*, autora Eng^o Agr^a Marney Pascoli Cereda – professora voluntária na Unesp/Botucatu.

14 2007, *Revista Agroenergia*, publicação Sebraena.

fonte energética,¹⁵ os realizados pela Universidade Estadual de São Paulo (Unesp), *campus* de Botucatu.

No quadro a seguir, são apresentadas as informações referentes à produção de mandioca no Brasil por região, quantidade produzida, valor da produção, área plantada e área colhida.

Lavoura temporária = Mandioca					
Ano = 2006					
Brasil e região geográfica	Variável				
	Quantidade produzida (Tonelada)	Área plantada (Hectare)	Área colhida (Hectare)	% de produção por região em relação total Brasil	Ranking das regiões
Brasil	26.639.013	1.974.419	1.896.509	100,0	
Norte	7.305.504	496.044	489.400	27,4	2
Nordeste	9.614.526	954.050	883.529	36,1	1
Sudeste	2.491.650	136.572	136.207	9,4	4
Sul	5.749.253	292.779	292.779	21,6	3
Centro-Oeste	1.478.080	94.974	94.594	5,5	5

Nota: Os cálculos referentes ao % de produção da mandioca por região em relação total Brasil e Ranking das regiões foram realizados a partir da planilha gerada pelo sistema <http://www.sidra.ibge.gov.br>

Fonte: IBGE – Produção Agrícola Municipal.

Seis estados destacam-se com produção acima de 1 milhão de tonelada: com o Pará liderando a região Norte, seguido da Bahia e Maranhão na região Nordeste, Paraná e Rio Grande do Sul na região Sul e São Paulo na região Sudeste. O quadro seguinte apresenta a produção por estado, por ordem decrescente de produção, em valor da produção, área plantada e área colhida.

Variável = Quantidade produzida (Tonelada)	
Lavoura temporária = Mandioca	
Ano = 2006	
Brasil e Unidade da Federação	
Brasil	26.639.013
Pará	5.078.426
Bahia	4.393.997
Paraná	3.840.363
Maranhão	1.720.322
Rio Grande do Sul	1.297.191
São Paulo	1.105.850
Minas Gerais	907.671
Ceará	860.780
Amazonas	770.415
Pernambuco	660.451
Santa Catarina	611.699
Mato Grosso	563.653
Rio Grande do Norte	521.581
Piauí	506.076
Rondônia	503.276
Mato Grosso do Sul	495.348
Sergipe	490.420
Acre	455.581
Goiás	405.302
Tocantins	335.146
Espírito Santo	325.518
Paraíba	270.215
Alagoas	190.684
Rio de Janeiro	152.611
Amapá	85.500
Roraima	77.160
Distrito Federal	13.777

Fonte: IBGE – Produção Agrícola Municipal.

■ Arroz

A produção de arroz no Brasil apresenta-se distribuída pelo território nacional de forma distinta da produção de mandioca. Cerca de 70% da sua produção está concentrada na região Sul, como pode ser observado no quadro seguinte com destaque de maior produtor o Estado do Rio Grande do Sul. Sua lavoura com predominância de produção de arroz irrigado encontra-se distribuída em cinco regiões do estado com 8.955 propriedades de em média 107,5 hectares, de acordo com o Censo elaborado pelo Instituto Rio Grandense do Arroz (Irga).¹⁶

A seguir, a lavoura temporária é demonstrada em quantidade produzida, valor da produção, área colhida e área plantada.

Lavoura temporária = Arroz (em casca)					
Ano = 2006					
Brasil e região geográfica	Variável				
	Quantidade produzida (Tonelada)	Área plantada (Hectare)	Área colhida (Hectare)	% de produção por região em relação total Brasil	Ranking das regiões
Brasil	11.526.685	3.010.169	2.970.918	100,0	
Norte	968.790	468.667	464.125	8,4	4
Nordeste	1.112.828	734.917	716.372	9,6	3
Sudeste	277.729	121.636	116.327	2,4	5
Sul	8.028.982	1.237.700	1.237.208	70,0	1
Centro-Oeste	1.138.356	447.249	436.886	9,9	2

Nota: Cálculos referentes ao % de produção do arroz por região em relação total Brasil e Ranking das regiões foram realizados a partir da planilha gerada pelo sistema <http://www.sidra.ibge.gov.br>

Fonte: IBGE – Produção Agrícola Municipal.

¹⁶ Instituto Rio Grandense do Arroz (Irga). Disponível em: <www.irga.rs.gov.br>.

A casca de arroz vem sendo avaliada como um dos resíduos de grande valia como fonte alternativa de energia. Um artigo técnico¹⁷ do Irga aponta que a casca representa 22% da produção de arroz e que 500 kg de casca de arroz equivalem a 1 barril de petróleo, considerando-se que o poder calorífico inferior da casca é de 3.200 kcal/kg. Transpondo tais informações para as estatísticas de produção da lavoura referente a 2006, teríamos 2,5 toneladas de casca, que, se tratadas pelo processo de briquetagem ou moagem, poderiam se transformar em um co-produto para suprir as demandas energéticas do engenho ou para venda no mercado interno, com vantagens econômicas.

7.3. Produção Agrícola – lavoura permanente

■ Coco

A produção de coco tem crescido de forma expressiva no Brasil. No período de 1996 a 2006, segundo dados do IBGE, a produção saltou de 956.537 mil para 1.985.478 mil frutos.

A distribuição geográfica da produção de coco nas regiões brasileiras está demonstrada no quadro a seguir, com destaque de maior produtora para a região Nordeste e com maior evolução de produção para a região Sudeste, no período de 1996 a 2006, em valor da produção, área plantada e área colhida.

17 Irga – Casca: agregando valor ao arroz. Disponível em: <www.irga.rs.gov.br>. Acesso em: 28 jan. 2008.

Variável = Quantidade produzida (Mil frutos)				
Lavoura permanente = Coco-da-baía				
1996-2006				
Brasil e região geográfica	1996	2006	Varição% 2006/1996	Ranking 2006
Brasil	956.537	1.985.478	107,56	
Norte	213.859	280.705	31,26	3
Nordeste	688.112	1.320.933	91,96	1
Sudeste	53.030	336.802	533,11	2
Sul	–	1.503		5
Centro-Oeste	1.536	45.535	2.864,51	4

Fonte: IBGE – Pesquisa Agrícola Municipal.

Destacamos no quadro a seguir, os estados cuja produção situa-se acima de 20 milhões de frutos, com evidente destaque para a Bahia. Contudo, como assinalamos anteriormente há um crescimento significativo da produção de coco nos Estados do Sudeste, dentre os quais se destaca o estado do Espírito Santo, como o maior produtor da região e quarto maior produtor nacional.

Variável = Quantidade produzida (Mil frutos)			
Lavoura permanente = Coco-da-baía			
1996-2006			
Brasil e região geográfica	1996	2006	Varição% 2006/1996
Bahia	262.573	628.376	139,31
Pará	210.849	256.378	21,59
Ceará	85.557	243.513	184,62
Espírito Santo	31.683	180.245	468,90
Pernambuco	50.726	138.449	172,93
Sergipe	92.113	97.190	5,51
Rio Grande do Norte	110.647	81.156	(26,65)
Rio de Janeiro	12.626	77.738	515,59
Paraíba	26.147	61.559	135,43
Alagoas	52.385	50.233	(4,90)
Minas Gerais	7.503	47.784	536,86
São Paulo	1.218	31.035	1.988,49
Mato Grosso	1.486	26.323	1.671,40
Demais estados (a)	11.024	65.499	494,15

Nota (a): Goiás, Piauí, Rondônia, Tocantins, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Amazonas, Paraná e Acre.

Fonte: IBGE – Pesquisa Agrícola Municipal.

Um estudo da Embrapa Tabuleiros Costeiros divulgado na Circular Técnica, nº 46 de novembro de 2007, aponta para uma das principais aplicações para a casca do coco seco, a sua transformação em briquetes, constituindo-se também numa alternativa de carvão vegetal em substituição à lenha e com poder calorífico entre 3.000 a 4.000kcal/kg. Mas existem estudos também sobre o aproveitamento da casca do coco verde. A fibra é a matéria-prima da casca do coco que tem várias aplicações, como composto para produção de mudas, como contentoras para a produção de hortaliças sem solo e para a produção de carvão vegetal.

O fruto do coqueiro é constituído por albúmen líquido (água de coco), albúmen sólido ou amêndoa, endocarpo e casca. A casca representa 57% do fruto. As cascas, em geral, são queimadas ou descartadas como lixo nas propriedades rurais. A sua queima gera substâncias tóxicas e o seu descarte cria condições de risco aos trabalhadores (doenças), uma vez que a sua degradação no meio ambiente é lenta. Situação semelhante ocorre nas áreas urbanas com as cascas de coco, resíduos do fruto consumido *in natura*.

A produção atual de coco gera 3,84 milhões de toneladas de resíduos, dos quais a casca representa em torno de 57% do fruto.¹⁸ Esse estudo, realizado pela unidade da Embrapa Tabuleiros Costeiro, tem como objetivo propor tecnologias para a biodegradação desses resíduos. Como apontado, as cascas podem ser utilizadas para a produção de briquetes e as folhas e os cachos para a produção de substrato e adubo orgânico. Dado o enorme volume de resíduos gerados por esta produção, detectam-se boas oportunidades de negócios, principalmente na região Nordeste pela elevada concentração da produção de coco.

7.4. Rebanhos

A produção agropecuária está presente em todo o território nacional, com distribuições distintas pelas regiões brasileiras, segundo as características socioeconômicas e condições de clima e solo, conforme quadro na página 42:

18 Circular Técnica nº 46, Novembro de 2007. *Tecnologia para biodegradação da casca de coco seco e de outros resíduos do coqueiro – Embrapa Tabuleiros Costeiros*. Disponível em: <www.cpatc.embrapa.br>.

Variável = Efetivo dos rebanhos (Cabeças)						
Ano = 2006						
Brasil e região geográfica	Tipo de rebanho					
	Bovino-leite (a)	Suíno	Caprino	Ovino	Galos, frangas, frangos e pintos	Galinhas
Brasil	20.942.812	35.173.824	10.401.449	16.019.170	821.541.630	191.622.110
Norte	2.844.893	1.962.164	155.114	496.755	18.167.075	9.501.891
Nordeste	4.166.968	7.167.368	9.613.847	9.379.380	82.099.458	39.835.712
Sudeste	7.186.670	6.055.323	263.283	664.422	229.072.756	69.384.837
Sul	3.406.597	15.984.115	252.209	4.491.523	409.923.190	54.766.485
Centro-Oeste	3.337.684	4.004.854	116.996	987.090	82.279.151	18.133.185

Nota: (a): Os números indicados como rebanho bovino referem-se ao total de vacas ordenhadas.
1 – Os municípios sem informação para pelo menos um efetivo de rebanho não aparecem nas listas;

2– Efetivos dos rebanhos em 31/12.

Fonte: IBGE – Pesquisa Pecuária Municipal.

Os rebanhos selecionados atendem aos objetivos desse estudo desde que o processo de produção animal seja realizado em regime confinado ou semiconfinado. Esse sistema de produção possibilita o tratamento de resíduos para a produção de biogás e fertilizante, e colabora no controle de higiene e sanidade do rebanho.

Alguns estudos técnicos sobre volume de dejetos por tipo de criação animal demonstram a alta viabilidade de produção de biogás nas propriedades rurais, que devem ser analisada segundo o tipo e o porte do rebanho. O potencial de biogás varia conforme o tipo de animal.

Potencial de produção de biogás a partir de dejetos animais	
Espécies	m ³ de biogás/kg de esterco
Poedeiras	0,100
Frangos de corte	0,090
Suínos	0,075
Caprinos	0,065
Bovinos de corte	0,040
Bovinos de leite	0,049
Codornas	0,049

Fonte: FCAV – Unesp de Jaboticabal, 2000.

Assim, poderíamos estimar os potenciais para a produção de biogás a partir destes dados considerando o volume de dejetos por tipo de rebanho.

Por exemplo, na produção de suínos devem ser considerados os ciclos de produção,¹⁹ pois o peso e o porte dos animais são distintos, o que condiciona o volume de dejetos a ser tratado.²⁰

No exemplo de biogás a partir de uma produção de caprino com 100 cabeças no rebanho, em regime semiconfinado, a produção é de 1.102,8 m³/ano de biogás.

¹⁹ Ciclos de produção podem ser: Ciclo completo do nascimento a engorda (CC), Unidades de produção de leitões (UPL) e Unidade de crescimento e terminação (UCT).

²⁰ Estudo técnico Embrapa Suínos e Aves sistema de produção de suínos.

Com base na produção de biogás que será obtida como fonte de energia é possível compará-la com as demais fontes comparação do biogás com outras fontes energéticas²¹ utilizando as equivalências constantes no quadro seguinte:

Fontes energéticas	m ³ de biogás equivale a
Gasolina	0,613 litros
Querosene	0,576 litros
Óleo diesel	0,553 litros
Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)	0,454 litros
Lenha	1,536 kg
Álcool hidratado	0,790 litros
Eletricidade	1,428 kw

Fonte: Barrera, Paulo. Biodigestores: energia, fertilidade e saneamento para a zona rural: ícone,1993, p. 10.

A utilização de biodigestores tanto na produção de suínos como de caprinos está apresentada com detalhe no item 8 – subitem 8.1 com fontes de consultas.

Aspectos relevantes para uma análise das disponibilidades de biomassa local

As indicações das produções agrícolas e da criação de animais por tipo de rebanho têm caráter informativo que indica as potencialidades que podem ser exploradas para fins energéticos.

Dadas a diversidade e a pluriatividade da produção agropecuária nas pequenas propriedades agrícolas e dadas a diversificação e as peculiarida-

21 BARRERA, 1993 apud GASPAR, Rita M. Bedran Leme. *Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso da região de Toledo*, 2003. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS4022.pdf>>.

des dessa produção no âmbito regional, é de se reconhecer que existem uma variedade de fontes de resíduos além das citadas. Esse fato significa que devem ser analisadas cuidadosamente as disponibilidades dessas biomassas, na propriedade e no seu entorno, considerando-se as várias opções tecnológicas de processamento para a produção energética.

Assim, recomendamos dois tipos de consultas que podem ser úteis para o dimensionamento da biomassa no âmbito regional: a) dados estatísticos de produção agropecuária e produtos e b) estudos técnicos sobre sistemas de produção.

Os dados estatísticos com volume físico e valores referentes à produção agropecuária podem ser obtidos no sistema IBGE de recuperação automática:²² a) para a produção agrícola – Pesquisa Agrícola Municipal; b) para a produção pecuária – Pesquisa Agropecuária Municipal. Esse sistema permite a tabulação dos dados selecionados, ou por lavoura ou por produção animal, por diferentes recortes do território – estado, município e microrregião.

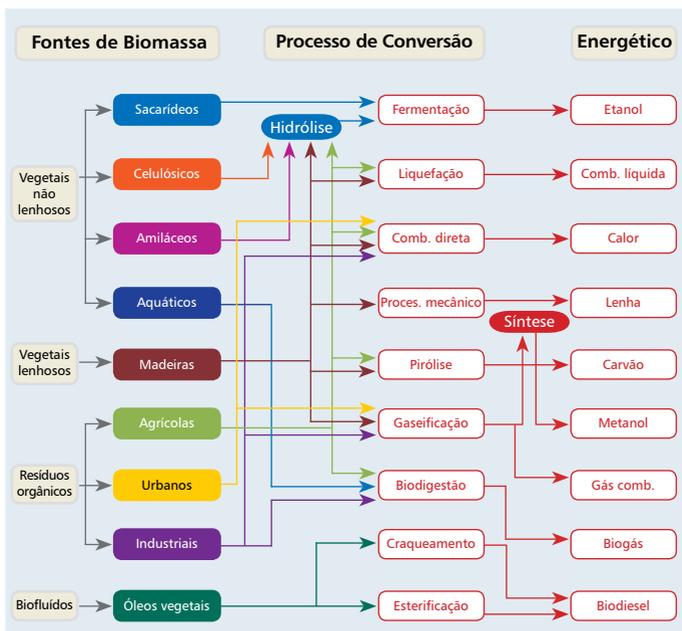
Outro aspecto relevante diz respeito às especificidades dos sistemas de produção agropecuária, segundo o setor e produto. Existem estudos disponíveis sobre sistemas de produção elaborados pela Embrapa, cujas unidades técnicas responsáveis pelos setores e produtos abordados nesse trabalho, encontram-se na tabela abaixo.

Portanto, ao se formular o projeto para aproveitamento dos resíduos e dejetos elaborar com base na realidade local os dados e as informações referentes ao número de propriedades rurais e porte com as respectivas produções vegetal e animal. A partir disso, identificar os tipos de resíduos, volume, poder calorífico, periodicidade, terreno, clima e meio-ambiente, entre outros aspectos relevantes para a sua viabilidade econômica, financeira e ambiental.

Relação das unidades da Embrapa para a consulta sobre os temas apresentados neste capítulo		
Embrapa Amazônia Oriental	Produção Acaí e Cupuaçu	www.cnptia.embrapa.br
Embrapa Cerrados	Produção baru	www.cpac.embrapa.br
Embrapa Tabuleiros Costeiros	Produção de coco	www.cpatc.embrapa.br
Embrapa Mandioca e Fruticultura	Mandioca	www.cnpmf.embrapa.br
Embrapa Gado de Leite	Produção leiteira	www.cnppl.embrapa.br
Embrapa Suinocultura e Aves	Publicações técnicas sobre suinocultura	www.cnpsa.embrapa.br
Embrapa Caprinos	Produção caprinos	www.cnpc.embrapa.br

8. Quais as tecnologias disponíveis para a produção de energia derivada de resíduos e dejetos no país?

Os resíduos orgânicos de origem agrícola, urbanos e industriais podem ser convertidos em energia por pelo menos cinco processos tecnológicos: gaseificação, pirólise, combustão direta, fermentação por hidrólise e para os resíduos e dejetos agropecuários, a biodigestão conforme a natureza da matéria-prima.²³



Fonte: Atlas de Energia Elétrica do Brasil (Aneel) – 2006.

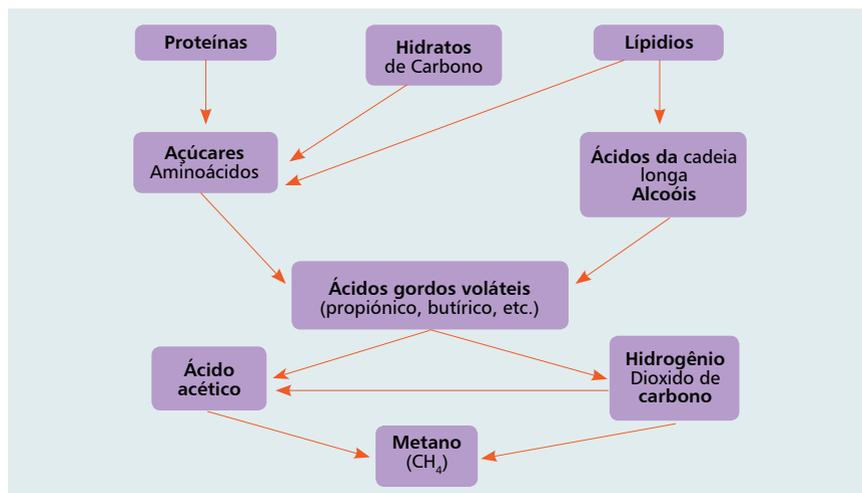
23 2006, *Atlas de Energia Elétrica do Brasil*. Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel).

Das tecnologias possíveis para conversão de resíduos e dejetos apresentados no diagrama indicado, optou-se por indicar três delas que pela simplicidade do processo produtivo e menor custo têm aplicação em maior número de pequenas propriedades rurais:

8.1. Tecnologia para o aproveitamento de dejetos provenientes da criação animal – Biogás

A tecnologia para a produção de biogás e biofertilizante é de simples instalação e manutenção e pode ser aplicada para a utilização de dejetos animais das criações em regime confinado ou semiconfinado, assim como para resíduos vegetais.

No quadro abaixo, é apresentado o processo de sete passos da digestão anaeróbica de material orgânico solúvel.



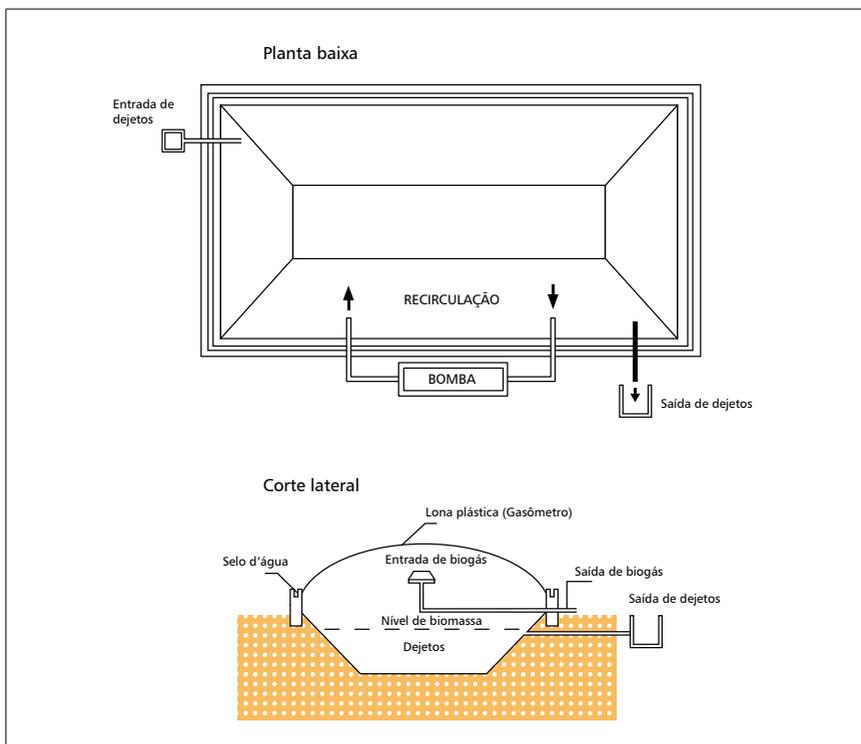
Fonte: Esquema adaptado a partir do documento “Geração e utilização de biogás em unidades de produção de suínos”. MMA, PNMA II, Embrapa Suínos e Aves.

O principal elemento da tecnologia é o biodigestor – recipiente fechado que recebe os dejetos animais para produzir o biogás. Os modelos mais divulgados, como já citados, são o indiano, o chinês e, mais recentemente, o canadense, com lona plástica de Poli Cloreto de Vinila (PVC), com larga aplicação no momentos atuais.

Os biodigestores do tipo indiano e chinês foram desenvolvidos para o tratamento dos dejetos animais em propriedades agrícolas e construídos com materiais convencionais: tijolos, cimento entre outros. No processo construtivo, a câmara de biodigestão é construída abaixo do nível do solo para reduzir as oscilações de temperatura. As tecnologias de construção são semelhantes e o que os distingue é a campânula que, no modelo indiano, é móvel e, no modelo chinês, é fixa e cujo processo interfere na pressão do gás produzido.

O modelo canadense é construído a partir de mantas de lona plásticas de PVC com tecnologia que permite o controle de produção do biogás a pressão constante e o equipamento tem também o gasômetro separado. Esse tipo de biodigestor está sendo largamente utilizado pela suinocultura no Brasil.

Observe o esquema do biodigestor revestido e coberto com vinimanta de PVC.



Fonte: Esquema adaptado a partir do documento "Geração e utilização de biogás em unidades de produção de suínos". MMA, PNMA II, Embrapa Suínos e Aves.

A seleção do biodigestor e a implantação do processo de produção de biogás para a propriedade devem ser orientadas por técnicos especializados.²⁴ Esta avaliação deve ser realizada com base nas condições da produção agrícola e pecuária da propriedade com levantamentos sobre o tipo, quantidade de resíduos e dejetos produzidos e periodicidade. Com esses dados, pode-se

opinar sobre o modelo/equipamento mais adequado e sobre os demais itens que compõem o processo de produção do biogás, como canaletas, lagoas de decantação, tubos de canalização para o gás e pontos para uso elétrico e térmico.

A aplicação da tecnologia de biodigestão pode ser obtida de biomassa de origem vegetal ou animal. No entanto, considerando as experiências registradas existentes, serão apresentados resumos de três experiências de produção de biogás a partir de dejetos animais, com o objetivo de explorar as potencialidades da produção de biogás a partir de dejetos de produção ambiental.

a) Produção de suínos em Santa Catarina

O Estado de Santa Catarina tem uma das maiores concentrações de rebanhos suínos do país, o que motivou o Governo Federal a priorizar ações por meio do Programa Nacional do Meio Ambiente II – com o projeto *Gestão Integrada de Ativos Ambientais*, com foco na Suinocultura de Santa Catarina, no qual a Embrapa Suínos e Aves é a instituição executora.

Para esse projeto,²⁵ foram selecionadas duas bacias hidrográficas do estado – a de Fragosos e a de Coruja/Bonito. Um dos objetivos do projeto consistiu em gerar modelos de intervenção para tratamento de resíduos e dejetos para áreas típicas de produção de suínos, que apresentavam elevado comprometimento dos recursos naturais. O tratamento de dejetos realizou-se com a implantação de

25 Os detalhes técnicos de desempenho dos biodigestores, assim como demais informações relativas ao projeto, estão disponíveis em: <www.cnpsa.embrapa.br/pnma>.

biodigestores, modelo canadense, em lona PVC com câmaras de biodegradação para volumes de 100 m³ e 300 m³. Foram selecionadas duas propriedades nas quais foram instalados os biodigestores.

Na propriedade 1 com produção de 400 suínos em fase de crescimento e terminação, foi instalado um biodigestor de 100 m³ com capacidade de gerar 50m³ de biogás por dia. Essa propriedade mantém ainda um aviário de corte com produção de 1.600 frangos de corte que utilizava Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) para aquecimento térmico. A produção de biogás gerou a substituição do GLP no aquecimento do aviário, atendendo às necessidades de temperatura na faixa de conforto térmico para a criação.

A propriedade 2 tem uma Unidade de Produção de Leitões (UPL), com 200 matrizes e uma pequena fábrica de ração. Instalou-se, nessa propriedade, um biodigestor de 300 m³ com capacidade de produção de 150 m³ de biogás por dia, o que possibilita gerar energia elétrica para a propriedade e para a fábrica de ração.

b) Produção de suínos no Paraná

Outro projeto²⁶ também voltado para o aproveitamento dos dejetos da produção de suínos e sua transformação em biogás está em desenvolvimento no oeste do Paraná, na área de abrangência da bacia hidrográfica dos rios que abastecem o lago da usina hidrelétrica Itaipu Binacional.

A produção animal, principalmente a de suínos na região, apresenta elevado volume de dejetos não tratados e que são descartados nos rios e córregos da bacia hidrográfica que abastecem o lago da hidrelétrica de Itaipu. Esse fato tem provocado a contaminação do lago, originando um

26 Mais informações sobre o projeto estão disponíveis em: <<http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=163#resultados>>.

crescimento excessivo de algas e plantas. Com o objetivo de minimizar tais danos ambientais, a Itaipu Nacional – em conjunto com a Companhia Paranaense de Energia Elétrica (Copel) e a Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) – está desenvolvendo um projeto que prevê a implantação de uma unidade piloto de geração de energia elétrica na Bacia do Rio Toledo, para operar com o biogás derivado da produção de suínos e aves da região.

O diferencial desse projeto é que, além da produção de biogás servir para o suprimento de energia elétrica para as propriedades rurais envolvidas, a energia excedente poderá ser vendida pelo produtor a Copel. Nesse sentido, a Itaipu Binacional e a Copel investiram no desenvolvimento de um equipamento com *software* que permite medir a geração de energia a ser disponibilizada para a rede de transmissão. O projeto de co-geração será estendido para produtores rurais de 29 municípios da região.

Em complemento ao projeto, nasce a oportunidade de obter créditos de carbono pela redução do metano (CH₄), com a instalação dos biodigestores nessas propriedades rurais. O projeto enquadra-se na modalidade de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Quioto e está sendo conduzido pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná (Sema) e executado pelo Instituto Ambiental do Paraná, no âmbito do PNMAII.

Os recursos para a execução do projeto são do Banco Interamericano para a Reconstrução e o Desenvolvimento (Bird) repassados pelo Ministério do Meio Ambiente

(MMA). Outros parceiros integram o projeto, como a Itaipu, a Sanepar e a Prefeitura de Toledo.

Os dados da produção suína regional das 33 propriedades agrícolas envolvidas no projeto perfazem 42.728 m³/ano que, com a instalação dos biodigestores, vão captar 2.575 ton. de metano/ano para a geração de 1.082 kWe. de energia elétrica.

c) Produção de caprino na Bahia

O projeto²⁷ para a utilização de dejetos da produção de caprinos foi realizado no âmbito do Programa de Ovino-Caprinocultura da Bahia (Provi-capri) e do Programa Renova Bahia, que em conjunto apóiam a disseminação da tecnologia de biodigestores para a região do semi-árido.

A região nordeste concentra 72% da produção nacional de ovinos e caprinos composto por um rebanho de 29,4 milhões de cabeças, o que por si só representa uma enorme possibilidade de geração de energia elétrica e calor para a região.

Em 2006, o projeto de biodigestor, com manta impermeável de PVC foi instalado em uma propriedade com produção diária de esterco de 100 animais em regime semiconfinado. A energia produzida pelo biodigestor resultou em 91,9 m³, equivalente a dois botijões de GLP/mês ou 505 kWh./mês, com significativa economia para a propriedade rural. Além disso, proporcionou a produção de 250 l./dia biofertilizante.

27 Os dados técnicos do projeto estão disponíveis em: <<http://www.cenbio.org.br>> Outras indicações de projetos de biodigestores encontram-se em: <<http://www.sbrt.ibict.br/pages/index.jsp>>.

O estudo realizado pelos programas estabelece como potencial de geração de energia renovável, no caso do aproveitamento integral dos dejetos de rebanho de ovino e caprinos da região nordeste, o equivalente a 1.032 GWh, o que permitiria o fornecimento de energia elétrica para 430.100 residências com consumo médio de 200 kWh.

Colaboram nesse projeto a Universidade do Estado da Bahia (Uneb), a Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA), a Winrock International Brasil, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e United States Agency for International Development (Usaid).

8.2. Tecnologias para o aproveitamento de resíduos da produção agrícola e agroextrativista por compactação ou prensagem

Uma das tecnologias para o aproveitamento de resíduos da produção agrícola e agroextrativista é a produção de briquetes a partir de cascas de arroz, cascas de castanhas, palha de milho, bagaço de cana-de-açúcar, aparas, resíduos florestais, entre outros resíduos de origem vegetal.

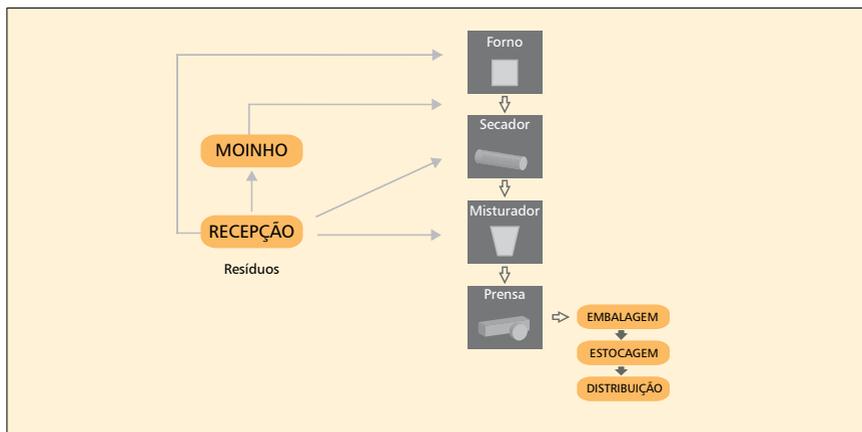
O briquete²⁸ é um combustível sólido obtido pela compressão mecânica dos resíduos e que pode ser utilizado com vantagem em substituição à lenha.

28 Consultas sobre projetos técnicos e equipamentos para briquetes estão disponíveis em: <<http://www.sbrt.ibict.br/pages/index.jsp>>.

Essa tecnologia já se encontra desenvolvida com a disponibilização de equipamentos por diversos fabricantes nacionais.

O processo de produção de briquetes passa pelas etapas de seleção do material, moagem, secagem, misturador e prensagem. Um dos fatores relevantes na produção de briquetes é teor de unidade do resíduo selecionado.

Notam-se os processos de compactação dos briquetes e granulados no quadro a seguir.



Fonte: Ministério do Meio Ambiente/Ibama.

8.3. Gaseificação

A gaseificação é um processo de degradação térmica a altas temperaturas²⁹ (acima de 600°) que possibilita transformar resíduos vegetais em gás para acionar motores. Esse processo tecnológico foi desenvolvido há

29 Documento técnico *Utilização energética de resíduos vegetais* autor Eng^o Waldir Ferreira Quirino – Laboratório de Produtos Florestais – Ibama.

pelo menos 100 anos para uso do carvão mineral e, posteriormente, para uso da madeira.

Os projetos que estão sendo incentivados e que são de aplicação possível para pequenas propriedades rurais são os gaseificadores de pequeno porte com gás combustível que alimentam os geradores de eletricidade. Usualmente, esses geradores de eletricidade são abastecidos com combustíveis fósseis. Os projetos apresentados na seqüência são desenvolvidos com gaseificadores alimentados por resíduos vegetais disponíveis na região da propriedade ou da comunidade.

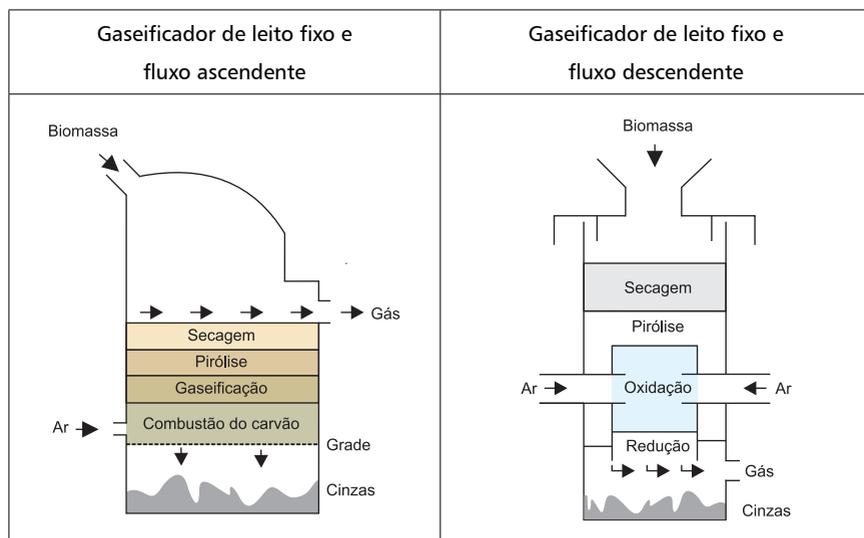
O primeiro deles é um equipamento chamado gaseificador *downdraft* estratificado³⁰, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Mecânica e o Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília. Esse projeto foi concebido para transformar resíduos vegetais – cascas de árvore, caroço de açaí e lascas de madeira em gás para alimentar o gerador de energia elétrica. O gás da biomassa produzido pelo gaseificador substitui a maior parte do óleo diesel usado para acionar o gerador. A energia gerada nesse projeto é de 6 kWh.

Outro projeto que merece a citação é o realizado pelo Centro de Nacional de Referência em Biomassa (Cenbio), da Universidade de São Paulo, com apoio do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra), Universidade de Campinas (Unicamp), Instituto de Eletrotécnica e Energia (IEE), Instituto de Pesquisas Tecnológicas e a Biomass Users Network do Brasil (BUN). Esse projeto tem como objetivo

30 Mais informações sobre o gaseificador *Downdraft*: estão no site da Universidade de Brasília (UnB) Disponível em: <<http://www.unb.br>>.

instalar um sistema para geração de energia elétrica, destinada à comunidade de Timbó no município de Manacapuru no Estado do Amazonas. O sistema de energia elétrica será suprido em 80% por biomassa obtida em processo de gaseificação com cascas de cupuaçu, fruto abundante na região e base de renda da comunidade pela venda do produto *in natura*.

O projeto³¹ busca a eletrificação de 90 residências da comunidade e o funcionamento de uma agroindústria de extração de polpa do cupuaçu. A agroindústria trará como benefício local a possibilidade de resfriamento da polpa, assegurando dessa forma maior renda para os produtores, cujas vendas podem ocorrer além do período da safra, com aumento da renda para os produtores extrativistas locais.



Fonte: Esquema adaptado a partir de estudo do Ibict.

31 Dados técnicos do projeto: <http://www.cenbio.org.br> – Documento Geração de eletricidade em comunidades isoladas da região amazônica utilizando sistemas nacionais de gaseificação de biomassa *in natura*.

9. Quais instituições tecnológicas são referências na temática?

Há uma extensa lista de instituições tecnológicas e organizações não-governamentais que se dedicam ao apoio técnico com estudos e projetos que tratam do aproveitamento de resíduos e dejetos, além de fornecerem assistência técnica para a implantação de projetos. Dentre elas, destacam-se organismos de atuação nacional, rede de universidade em âmbito federal e algumas de âmbito estadual que detêm centros de estudos especializados com foco local e nacional.

Para este trabalho, foram selecionadas algumas dela, a seguir:

Instituição	Área de concentração	Contato
Eletrobrás Centrais Elétricas Brasileiras SA	Projeto Ribeirinhas e Projeto de Cooperação Técnica – Eletrobrás e GTZ	www.eletrobras.gov.br
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)	Agroenergia	www.cnpae.embrapa.br
Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq)	Estudos de ambiência e estudos econômicos da área agrícola envolvendo a bioenergia	www.nupea.esalq.usp.br www.cepea.esalq.usp.br
Fundação do Banco do Brasil (FBB)	Projetos em várias áreas com tecnologia social	www.fbb.org.br
GTZ	Tecnologias de biodigestores	www.gtz.de/en
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama)	Legislação Ambiental e Tecnologia Ambientalmente Saudáveis (Ambtec)	www.ibama.gov.br
Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Energias Renováveis (Ider)	Projetos de biodigestores e biocombustíveis	www.ider.org.br

Instituição	Área de concentração	Contato
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa)	Estudos sobre aproveitamento de resíduos florestais para a produção de energia	www.inpa.gov.br
OIA	Projetos de biosistemas integrados e de biodigestores	www.oia.org.br
Rede de Ater – Instituições de Assistência Técnica e Extensão Rural (Asbraer)	Relação de instituições estatais dedicadas à assistência técnica e à extensão rural – Emater em cada estado	www.emater.com.br/estatais
Rede de tecnologia Social (RTS)	Projetos em várias áreas com tecnologia social	www.rts.org.br
Senai RS – Centro Nacional de Tecnologia Limpas	Apoio e consultas técnicas sobre tecnologias limpas	www.senairs.org.br
Serviço de Respostas Técnicas do Instituto Brasileiro de Instituições de Ciência e Tecnologia – ligado ao Ministério de Ciência e Tecnologia	Apoio e consultas técnicas sobre tecnologias para tratamento de resíduos e dejetos	www.sbrt.ibict.br/pages/index.isp
Tecpar	Projetos de biosistemas integrados e de biodigestores	www.tecpar.br
Universidade de Brasília (UnB)	Projeto de energias renováveis	www.unb.br
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)	Estudos econômicos para a área energética	www.nipeunicamp.org.br
Universidade Estadual de São Paulo (Unesp)	Estudos e projetos de biodigestores – <i>Campus</i> de Jaboticabal e Botucatu	www.unesp.br
Universidade Federal de Viçosa	Estudos sobre produção agrícola	www.ufv.br
Winrock	Projetos na área de energia renovável e eficiência energética	www.winrock.org.br
WWF	Projetos na área de proteção ao meio ambiente	www.wwf.org.br

10. Quais instituições trabalham com linhas de crédito para o segmento dos resíduos e dejetos?

A oferta de crédito para este segmento está se ampliando na medida em que as tecnologias ambientalmente sustentáveis estão sendo incentivadas. Como uma dessas iniciativas, o Programa Nacional de Agricultura Familiar (Pronaf), criou recentemente o Pronaf – Eco, que destina recursos para tecnologias de energia renovável e tecnologias ambientais.

■ Pronaf – Eco

A partir da safra 2007/2008, as famílias agricultoras dos Grupos C, D ou E do Pronaf poderão contar com recursos para investimentos destinados à implantação ou à recuperação de tecnologias de energia renovável (como o uso da energia solar, eólica, biomassa, miniusinas para biocombustíveis) e a substituição da tecnologia de combustível fóssil para renovável nos equipamentos e máquinas agrícolas.

Também poderão ser financiadas tecnologias ambientais (como estação de tratamento de água, dejetos e efluentes, compostagem e reciclagem), armazenamento hídrico (como o uso de cisternas, barragens, barragens subterrâneas, caixas d'água e outras estruturas de armazenamento e distribuição), instalação e ligação de água ou ainda pequenos aproveitamentos hidroenergéticos.

A nova linha permite o financiamento da silvicultura, isto é, atividades florestais utilizadas para a produção madeireira e não-madeireira. A linha apresenta juros de 2% ao ano para famílias agricultoras dos Grupos C e D e de 5,5% ao ano para as do Grupo E, com até oito anos de carência. O prazo de pagamento pode chegar até oito anos, caso a atividade exija. Os limites de financiamento irão variar conforme o grupo do Pronaf e os recursos podem ser acessados de forma individual, coletiva ou em grupo.³²

■ Finep

Outra instituição com disponibilidade de recursos para financiamento dirigido ao segmento de resíduos e dejetos é a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). A modalidade de financiamento destina-se à área de desenvolvimento tecnológico, mediante chamadas públicas, para projetos que envolvam instituições de pesquisa e iniciativa privada. Esta linha de financiamento está vinculada ao programa de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo.³³

Além dessas linhas, existem outras oportunidades de crédito para investimento em processos de energias renováveis, a exemplo do Mercado do Carbono incentivado pelo Protocolo de Quioto, pela adoção dos Mecanismos de Desenvolvimento Limpo.

No Protocolo em seu anexo I, os países desenvolvidos têm metas de redução da emissão de gases efeito estufa. A meta obrigatória para o período de 2008 a 2012 é a redução de 5% abaixo dos níveis observados em 1990. Entretanto faculta aos países em desenvolvimento,

32 Mais informações estão disponíveis em: <www.mda.gov.br/sap/index.php?scid=813>.

33 Disponível em: <PRO_MDL, www.finep.gov.br/programas/pro_md.asp>.

que as medidas de remoção ou redução de emissões (GEE) adotadas por esses, possam ser utilizados pelos países desenvolvidos, em caso de não-cumprimento de suas metas de redução. Criou-se, assim, um mercado de carbono com países demandantes e países ofertantes dos créditos de carbono.

Recomenda-se que esses projetos, por apresentarem alto custo, sejam elaborados para grupo de produtores, a exemplo do que é realizado pelo Instituto Sadia.³⁴

34 Os roteiros para a elaboração de projeto MDL encontram-se disponíveis nos endereços eletrônicos: <www.clima.org.br> e <www.cebds.org.br/cebds>.

11. Desafios e perspectivas para o aproveitamento de resíduos e dejetos como fonte energética no Brasil

O aproveitamento de resíduos e dejetos como fonte energética no Brasil ainda se encontra em estágio inicial, apresentando algumas limitações: a) culturais, como práticas de produção agrícola com visão apenas do produto final e o baixo comprometimento com a proteção do meio ambiente; e b) tecnológica com oferta limitada de equipamentos e processos para a pequena produção.

Contudo, o avanço na disseminação de técnicas de produção com tecnologias ambientalmente sustentáveis – tecnologias limpas e a farta disponibilidade de resíduos e dejetos são seguramente indutores para o desenvolvimento de equipamentos.

Com tecnologias disponíveis e maior consciência ambiental, a pequena produção pode caminhar em direção ao uso mais racional das matérias-primas com visão mais integrada do processo, transformando o passivo ambiental (ou desperdício) em ativo econômico. A conjugação desses fatores pode viabilizar o uso crescente e continuado de resíduos e dejetos como fonte de energia renovável.

Entretanto, o que se percebe é a oportunidade de gerar pequenos negócios junto às produções agrícolas na transformação de resíduos em co-produtos diversos com importante aproveitamento na geração de energia.

O crescimento do consumo energético mundial e as pressões sociais por energias de fontes limpas que minimizem os impactos nocivos ao meio ambiente, pela redução e reutilização de resíduos na produção, conduzem a oportunidades diversas pela abundância de insumos.

No entanto, para que isso seja possível, necessitamos identificar onde estão esses insumos e de quais processos produtivos eles resultam. Para tanto, podemos estabelecer, a princípio, dois tipos de análise para otimizar as fontes renováveis a partir da biomassa. A primeira delas é um recorte regional no qual se identificariam a produção agropecuária existente e o segundo os tipos de empreendimentos existentes com as respectivas produções.

No recorte regional, seria preciso avaliar por um lado a oferta de biomassa – resíduos agrícolas – por meio da identificação das produções agrícolas mais importantes dos resíduos gerados (segundo tipos e volumes). Segundo os processos industriais existentes na região, por outro lado a demanda de energia e qual a fonte energética utilizada. Vamos supor que na região em estudo exista produção de coco e indústrias de cerâmica e panificação. As indústrias de cerâmica e de panificação consomem carvão ou lenha. A casca de coco, como vimos anteriormente, pode ser utilizada para a produção de briquetes e com seu poder calorífico é equivalente à lenha pode suprir a energia dos fornos das indústrias de cerâmica e das indústrias de panificação.

A formulação de projetos para otimizar o uso de resíduos para o fornecimento de energia em âmbito regional é mais complexa que em uma propriedade, pois demanda estudos de oferta e demanda das empresas locais.

No âmbito das propriedades rurais, os exemplos já tem base em situações reais. Por exemplo, na suinocultura, em uma pequena propriedade com granja e pequeno frigo-

rífico, é possível se trabalhar com duas fontes de energia renovável: o biogás gerado pelo aproveitamento dos dejetos que atende às demandas de energia térmica e elétrica para a granja e o sebo animal para a produção de biodiesel, para uso próprio, nos motores de bombas d'água nos veículos, tratores e caminhões da propriedade.

Outro exemplo clássico é o uso do bagaço da cana-de-açúcar nas caldeiras que alimentam o processo produtivo das usinas e destilarias e a transformação do vinhoto, resíduo da produção de álcool, em biogás e biofertilizante.

As possibilidades são inúmeras, tanto na visão regional como na propriedade agrícola e, como vimos, a utilização da biomassa derivada de resíduos e dejetos pode responder com volume e qualidade as demandas energéticas em processos sustentáveis, tanto econômico quanto ambiental.

12. Qual a relação entre os resíduos e os dejetos com o Protocolo de Quioto?

O Protocolo de Quioto é um acordo entre os países para reduzir as emissões dos Gases Efeito Estufa (GEE) que provocam mudanças climáticas com sérias ameaças à vida terrena. Os estudos científicos promovidos pelo Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), órgão das Nações Unidas, detectaram que muitas das atividades humanas da sociedade contemporânea são responsáveis por essas emissões.

A produção agrícola e a produção agropecuária são fontes de emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), com maior incidência dos gases metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O). O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) apoiou em 2006 a realização de dois relatórios³⁵ sobre o tema: um abordando a questão da emissão de metano liberado pela produção de arroz e outro com referência à emissão de metano derivada da produção agropecuária de bovinos.

As ações dedicadas ao trato dos resíduos e dejetos provenientes dessas fontes podem minimizar a emissão de GEE, principalmente as que se relacionam ao aproveitamento dos dejetos da produção agropecuária.

Os estudos realizados indicam sobre as prováveis mudanças climáticas e seus impactos na vida humana assim como os mecanismos estimuladores para a obtenção de créditos

35 Os relatórios foram produzidos de acordo com as diretrizes revisadas de 1996 do MCT, cujos textos na íntegra estão disponíveis em: <www.mct.gov.br> na página de mudanças climáticas. <www.mct.gov.br/index.php/content/view/3881.html>.

de carbono têm contribuído para crescente proposição de projetos voltados para a redução de emissões de GEE. O Brasil vem se destacando no panorama mundial, em terceiro colocado em projetos e em sétimo no volume de redução de emissões de GEE, dentre os países proponentes com projetos em fase de validação e aprovação pelo Comitê Executivo de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo.

Segundo o relatório de novembro de 2007, elaborado pelo MCT com a finalidade de divulgar o *status* dos projetos brasileiros de MDL em novembro de 2007, dos 255 projetos em fase de aprovação, 40 provêm da suinocultura, 30 de aterros sanitários e 2 de manejo e tratamento de resíduos. Esses projetos em conjunto concorrem para a redução de GEE equivalentes a 269.035.082 toneladas de CO₂.

Os 40 projetos de suinocultura propostos prevêm a redução de emissão de GEE de 19.859.509 t que correspondem a 16% de redução proposta sobre o total dos projetos brasileiros.

O mercado mundial de crédito de carbono tem se fortalecido rapidamente, apresentando números crescentes de projetos e movimentando volumes significativos de recursos. Em 2006, pelas estimativas do Banco Mundial, movimentou 27 bilhões de dólares. Para 2007, de acordo com estudo da Trevisan Consultores, o mercado de crédito de carbono terá um potencial em todo o mundo de 30 bilhões de euros, o equivalente a 43,9 bilhões de dólares,³⁶ dos quais o Brasil poderá responder por 20%.

Anexo – Sites para consultas

- Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa) www.agricultura.gov.br
- Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA) www.mda.gov.br
- Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) www.mct.gov.br
- Ministério de Minas e Energia (MME) www.mme.gov.br
- Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) www.aneel.gov.br
- Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobrás) www.eletrabras.gov.br
- Ministério de Meio Ambiente (MMA) www.mma.gov.br
- Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (Ibama) www.ibama.gov.br
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) www.embrapa.gov.br
- Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) www.finep.gov.br
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) www.ibge.gov.br
- Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) www.fao.org.br
- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) www.bndes.gov.br
- Banco do Brasil – Agronegócios www.bb.gov.br

Unidades Sebrae no Brasil

Sebrae Acre

Rua Rio Grande do Sul, 109 – Centro
CEP: 69903-420 – Rio Branco (AC)
Telefone: (68) 3216-2100

Sebrae Alagoas

Rua Dr. Marinho de Gusmão, 46 – Centro
CEP: 57020-560 – Maceió (AL)
Telefone: (82) 3216-1600

Sebrae Amazonas

Rua Leonardo Malcher, 924 – Centro
CEP 69010-170 – Manaus (AM)
Telefone: (92) 2121-4900

Sebrae Amapá

Av. Ernestino Borges, 740 – Bairro do Laguinho
CEP: 68908-010 – Macapá (AP)
Telefones: (96) 3214-1400/3214-1408

Sebrae Bahia

Travessa Horácio César, 64 – Largo dois de Julho
CEP: 40060-350 – Salvador (BA)
Telefones: (71) 3320-4300 – 0800-284000

Sebrae Ceará

Av. Monsenhor Tabosa, 777 – Praia de Iracema
CEP: 60165-011 – Fortaleza (CE)
Telefone: (85) 3255-6600

Sebrae Distrito Federal

SIA Trecho 03, Lote 1580
CEP: 71200-030 – Brasília (DF)
Telefone: (61) 3362-1600

Sebrae Espírito Santo

Av. Jerônimo Monteiro, 935 – Centro
CEP: 29010-003 – Vitória (ES)
Telefone: 0800-399192

Sebrae Goiás

Av. T-3 N, 1000 – Setor Bueno
CEP: 74210-240 – Goiás (GO)
Telefone: (62) 3250-2000

Sebrae Maranhão

Av. Prof. Carlos Cunha, s/nº – Jaracaty
CEP: 65076-820 – São Luiz (MA)
Telefone: (98) 3216-6166

Sebrae Minas Gerais

Av. Barão Homem de Melo, 329 – Nova Suíça
CEP: 30460-090 – Belo Horizonte (MG)
Telefone: (31) 3269-0180

Sebrae Mato Grosso

Av. Historiador Rubens de Mendonça, 3999 – CPA
CEP: 78050-904 – Cuiabá (MT)
Telefone: (65) 3648-1200

Sebrae Mato Grosso do Sul

Av. Mato Grosso, 1661 – Centro
CEP: 79002-950 – Campo Grande (MS)
Telefones: (67) 2106-5511 – 08007035511

Sebrae Pará

Rua Municipalidade, 1461 – Bairro do Umarizal
CEP: 66050-350 – Belém (PA)
Telefone: (91) 3181-9000

Sebrae Paraíba

Av. Maranhão, 983 – Bairro dos Estados
CEP: 58030-261 – João Pessoa (PB)
Telefone: (83) 3218-1000

Sebrae Pernambuco

Rua Tabaiães, 360 – Ilha do Retiro
CEP: 50750-230 – Recife (PE)
Telefone: (81) 2101-8400

Sebrae Piauí

Av. Campos Sales, 1046 – Centro Norte
CEP: 64000-300 – Teresina (PI)
Telefone: (86) 3216-1300

Sebrae Paraná

Rua Caeté, 150 – Prado Velho
CEP: 80220-300 – Curitiba (PR)
Telefone: (41) 3330-5800

Sebrae Rio De Janeiro
Rua Santa Luzia, 685 – 7º, 8º e 9º andares – Centro
CEP: 20030-041 – Rio de Janeiro (RJ)
Telefone: 0800-7282020

Sebrae Rio Grande do Norte
Av. Lima e Silva, 76 – Lagoa Nova
CEP: 59075-970 – Natal (RN)
Telefones: (84) 3616-7900 – 3616-7954 – 0800842020

Sebrae Rondônia
Av. Campos Sales, 3421 – Bairro Olaria
CEP: 78902-080 – Porto Velho (RO)
Telefone: (69) 3217-3800

Sebrae Roraima
Av. Major Willians, 680 – São Pedro
CEP: 69301-110 – Boa Vista (RR)
Telefone: (95) 3623-1700

Sebrae Rio Grande do Sul
Av. Sete de Setembro, 555 – Centro
CEP: 90010-190 – Porto Alegre (RS)
Telefone: (51) 3216-5006

Sebrae Santa Catarina
Av. Rio Branco, 611 – Centro
CEP: 88015-203 – Florianópolis (SC)
Telefones: (48) 3221-0800 – 0800-483300

Sebrae São Paulo
Rua Vergueiro, 1117 – Paraíso
CEP: 01504-001 – São Paulo (SP)
Telefone: 0800 780202

Sebrae Sergipe
Av. Tancredo Neves, 5500 – América
CEP: 49080-470 – Aracaju (SE)
Telefone: (79) 2106-7700

Sebrae Tocantins
102 Norte, Av. Lo 4, Conjunto 1, Lote 1
Plano Diretor Norte
CEP: 77006-006 – Palmas (TO)
Telefone: (63) 3223-3300

Projeto Gráfico
Ribamar Fonseca | Supernova Design

Revisão
Valdineia Pereira



*Serviço Brasileiro de Apoio às
Micro e Pequenas Empresas*

www.sebrae.com.br