

2ª EDIÇÃO  
REVISTA E  
AMPLIADA



# BIOGÁS

A ENERGIA INVISÍVEL

CÍCERO BLEY JR.

**CIBIOGAS**  
ENERGIAS RENOVÁVEIS



**PLANETA**  
sustentável



**ITAIPU**  
BINACIONAL

A origem deste livro está nas atitudes tomadas pela maior usina hidrelétrica do mundo, a ITAIPU Binacional, em relação à região Oeste do Paraná e seus produtores de micro a grande escalas, com impactos diretos na economia local e sua sustentabilidade. Mais precisamente, isso ocorre nas terras banhadas pela bacia hidrográfica Paraná III, com influência direta nas águas do reservatório. A área é o epicentro de uma revolução silenciosa e invisível, focada em gerar energias a partir de um gás verde, o biogás. Essa produção tem sido feita de forma distribuída nesses 800 mil hectares (2,4% do território nacional), com base nos excedentes da produção do agronegócio, os dejetos animais provenientes de um rebanho de 1,5 milhão de suínos, 45 milhões de aves e 500 mil vacas leiteiras. *Biogás, A Energia Invisível*, de Cícero Bley Jr., conta a trajetória desse experimento, iniciado em 2003 e hoje desenvolvido pelo Centro Internacional de Energias Renováveis-Biogás (CIBiogás-ER).

O que isso tem a ver com você? Tudo, absolutamente tudo. Em uma comparação audaciosa, essa tecnologia peculiar, posta em prática, representa uma inversão de valores e *modus operandi* tão modificadora quanto a ocorrida na época da mudança do uso da vela para o vapor. Quando um produtor rural e consumidor de energia instala pequenos geradores, a partir de biodigestão, e começa a produzir energias elétrica, térmica ou automotiva suficientes para abastecer sua propriedade e ainda vender excedentes para as redes de distribuição, todo um modelo de energia começa a mudar. É algo presente no campo, que pode ser multiplicado também para as cidades. Isso é o que a ITAIPU Binacional, o PLANETA SUSTENTÁVEL e o CIBiogás-ER têm a iniciativa de apresentar nesta edição repleta de conceitos, gráficos, infográficos e informações essenciais para o futuro de uma matriz energética sustentável, para o Brasil e para o mundo.

---

CÍCERO BLEY JR. é engenheiro agrônomo formado pela Universidade Federal do Paraná em 1971, especializado em Ciências do Solo pela mesma instituição e com mestrado pela Universidade Federal de Santa Catarina, em Engenharia Civil com foco em Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial. Atualmente é superintendente de Energias Renováveis de ITAIPU Binacional, coordenador do planejamento e das operações da Plataforma Itaipu de Energias Renováveis. Entre maio de 2013 e dezembro de 2014 foi diretor-presidente do Centro Internacional de Energias Renováveis-Biogás (CIBiogás-ER), o primeiro do gênero na América Latina com ênfase em biogás. Preside o Conselho de Administração da Associação Brasileira do Biogás e do Biometano (ABiogás). Além disso, coordena o Centro Internacional de Hidroinformática (CIH), uma parceria de ITAIPU com a Unesco, e representa o Brasil, por indicação da diretoria de Biocombustíveis do Ministério de Minas e Energia (MME), no Task Force 37 – Biogás, da Agência Internacional de Energia (IEA).

# HOMENAGENS

→ A Nicolau Bley Neto, o pioneiro. Patriarca alemão, que imigrou para o Brasil no fim do século 18, encontrou o potencial hidrelétrico das águas do rio Negro, Paraná. Ali instalou uma geradora de energia usando engrenagens de madeira, fundando a Companhia Força e Luz de Rio Negro, uma das primeiras operadoras de energia do Brasil. Naquele tempo, a geração era distribuída. Creio que ficou algo dele na minha memória genética com relação ao tema.

→ A Leonardo Boff, teólogo, membro da comissão da Carta da Terra, que enobrece este livro com seu prefácio. Leonardo orienta a espiritualidade mística, social e ambiental do Programa Cultivando Água Boa da ITAIPU Binacional, desde seus primeiros passos em 2003. Leonardo tem influência direta sobre este livro, pois há algum tempo me ensinou que somos interdependentes em tudo, em todos e no todo. E mais: nos elementos da natureza temos irmãos e que com eles temos de ter cuidado, pois vivemos em um planeta de recursos finitos.

Informo que transferi todos os direitos autorais deste livro ao Centro Internacional de Energias Renováveis – Biogás (CIBiogás-ER) e que o dedico ao projeto de mundo de São Francisco de Assis.

# AGRADECIMENTOS

→ A Regina, minha esposa e aos nossos filhos Juliana, Rafael, Alice e Francisco, pela paciência de aguardar por horas e horas os meus mergulhos solitários na tarefa que é escrever.

→ A ITAIPU Binacional e todos os seus diretores pela generosidade em apoiar os trabalhos com Energias Renováveis. Especialmente na pessoa do diretor-geral brasileiro, engenheiro agrônomo Jorge Miguel Samek, homem de visão além do seu tempo, articulador e agregador por excelência. Faz uma gestão marcada pela competência de manter a excelência na execução da missão principal da empresa: geração de energia elétrica, batendo recordes mundiais sucessivos de produção. Se isso não bastasse, ainda compartilha conhecimento e estímulo com a sociedade, por acreditar na energia de microgeradores como vetor de desenvolvimento local sustentável.

→ Aos ilustres amigos, jornalistas Washington Novaes e André Trigueiro, ao diretor de Biocombustíveis do Ministério de Minas e Energia, Ricardo Gusmão Dornelles, e ao conselheiro Ademar Seabra do Itamaraty, por endossarem esta primeira edição.

→ A Caco de Paula, diretor do PLANETA SUSTENTÁVEL, conhecedor, como poucos, da comunicação de ideias. Ao editor Alessandro Meiguins, pelos cuidados editoriais e confiança necessária para tocar o trabalho. A Gilmar Piolla, superintendente de Comunicação Social da ITAIPU, pelo imprescindível apoio.

→ As equipes técnicas e administrativas da Assessoria de Energias Renováveis da ITAIPU, da Fundação PTI, do CIH, da ABiogás e do CIBiogás-ER, instituições permanentes, criadas recentemente para sustentar o biogás, pela colaboração no desenvolvimento de toda a grade conceitual que justifica este livro.

# ÍNDICE

---

## APRESENTAÇÃO

## PREFÁCIO

## INTRODUÇÃO

■ **A SEGUNDA EDIÇÃO** RESENHA 2014/PERSPECTIVAS 2015

■ **CAPÍTULO 1** NÓS E A ENERGIA: ENERGÍVOROS ATÉ QUANDO?

■ **CAPÍTULO 2** GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA

■ **CAPÍTULO 3** AGROENERGIA PARA A ECONOMIA RURAL SUSTENTÁVEL

■ **CAPÍTULO 4** A ERA DA ENERGIA DOS GASES

■ **CAPÍTULO 5** O BIOGÁS

■ **CAPÍTULO 6** A ECONOMIA DO BIOGÁS

■ **CAPÍTULO 7** A ITAIPU BINACIONAL E O BIOGÁS

■ **CAPÍTULO 8** UM CENÁRIO PERMANENTE PARA O BIOGÁS

■ **CAPÍTULO 9** A GERAÇÃO COLETIVA DE ENERGIAS COM BIOGÁS

■ **CAPÍTULO 10** CONCLUSÕES

## APÊNDICE

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## APRESENTAÇÃO

# ENERGIA E SUAS FORMAS

JORGE MIGUEL SAMEK

Muitos livros já foram escritos para discutir e divulgar ideias, conceitos e teorias. Poucos se propõem a ensinar a fazer, disseminando boas práticas e experimentos que comprovem a aplicabilidade de modelos teóricos e proposições conceituais. Esta obra está entre essas raras exceções, pois concilia o rigor técnico no manejo dos conceitos com o didatismo na exposição e demonstração de sua aplicação prática. Por isso, é uma valiosa ferramenta para multiplicar as experiências inovadoras que estamos desenvolvendo na região oeste do Paraná, um das bacias mais produtivas do País, área de influência direta da ITAIPU Binacional.

Seu autor, Cícero Bley Jr., engenheiro agrônomo por formação, é um respeitado especialista em recursos hídricos e saneamento ambiental, com mais de três décadas de atuação na formulação, implementação e avaliação das políticas públicas na área. Quando fui convocado pelo presidente Lula, em 2003, para assumir a direção-geral brasileira de ITAIPU Binacional, chamei-o para compor a minha equipe, pois já havíamos trabalhado juntos no governo do estado do Paraná, no início dos anos 1980, e o seu perfil criativo e empreendedor se encaixa perfeitamente nos novos rumos que pretendíamos dar à empresa.

Com a obstinação e a perseverança similar a de um franciscano, ele tem sido incansável na sua pregação, não de cunho messiânico, mas científico, munido de uma lúcida análise da economia política do biogás. Sua notável capacidade de formular novas ideias e de mobilizar os meios necessários para colocá-las em prática foi decisiva tanto na estruturação da Coordenadoria de Energias Re-

nováveis de ITAIPU quanto na criação do Centro Internacional de Energias Renováveis-Biogás (CIBiogás-ER). Também contribuiu na definição do marco legal para a geração distribuída.

A publicação desta obra especializada em biogás preenche uma lacuna no Brasil. A relação entre a ação humana e o aquecimento global já é ponto pacífico entre a comunidade científica internacional. Não agir seria estupidez. Mas o discurso apocalíptico acerca do

**CONSTRUIR UM SISTEMA GERADOR DE ENERGIA COMPLEMENTAR, SINCRONIZADO E HARMÔNICO COM O SISTEMA ATUAL, JÁ CONSTRUÍDO, É IMPRESCINDÍVEL. A ROTA TECNOLÓGICA PARA ISSO É A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM FONTES RENOVÁVEIS, COMO O BIOGÁS, ENTRE OUTRAS. MOBILIZA RECURSOS NATURAIS DISPONÍVEIS, INTEGRA ATIVIDADES CONSUMIDORAS EM PROGRAMAS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E PRODUZ SIGNIFICANTES EFEITOS ECONÔMICOS LOCAIS, COM GANHOS EM SUSTENTABILIDADE.**

efeito estufa não ajuda em nada. Em geral, o catastrofismo serve apenas para amedrontar e paralisar as pessoas mais crédulas. É a consciência ambiental bem-informada que induz a ação transformadora. Sem a âncora moral do compromisso com as gerações futuras, continuaremos esbanjando recursos naturais finitos que não nos pertencem e, inconsequentemente, colocando a sustentabilidade da vida no planeta em risco de extinção.

Este é um livro militante que convoca para o agir, com o tom de urgência que o momento exige. Somente assumindo as responsabilidades individuais e coletivas que nos cabem criaremos a base ética necessária para dar respostas efetivas aos desafios do nosso tempo. *Biogás, A Energia Invisível* mostra o que pode ser feito – e o que já está sendo feito – para aproveitar – para aproveitar imensos recursos energéticos que estão sendo desperdiçados e, o que é ainda pior, poluindo nosso solo, contaminando o lençol freático, as nascentes, os córregos, os rios e os reservatórios.

A região oeste do Paraná, cenário e laboratório das experiências descritas neste livro, é hoje referência nacional em produtividade agrícola e agroindustrial. Nos próximos anos, quer se tornar também modelo de desenvolvimento em agroenergia, a nova revolução prenunciada pelo biogás. A agropecuária intensiva praticada nos seus 52 municípios e a acelerada agroindustrialização em curso agregam valor à sua produção e, por outro lado, geram um volume gigantesco de biomassa residual.

A transição da economia rural baseada na produção de grãos (basicamente milho e soja) e, portanto, de proteína vegetal, para uma economia focada na produção de proteína animal (carnes, leite e seus derivados), é um processo irreversível na marcha de desenvolvimento da região. Um dos desafios criados por essa mudança é o tratamento e a destinação final da enorme quantidade de resíduos orgânicos e efluentes produzidos pela agroindústria. Esse quebra-cabeça começa a ser resolvido nos municípios da Bacia do Paraná III, conforme comprovam as unidades de demonstração do uso do biogás na geração de várias formas de energia, implantadas com o apoio de ITAIPU e seus parceiros.

A contribuição original deste livro está em apresentar soluções práticas e viáveis, já testadas, avaliadas e validadas. Sua grande virtude é dar o devido reconhecimento ao produtor rural como protagonista e aliado. Afinal, ele é o agente principal da mudança desejada. Disseminar o conhecimento, tornar a tecnologia do biogás acessível e oferecer o apoio técnico necessário são medidas imprescindíveis para alavancar a transformação do campo de consumidor em gerador de energia.

O aproveitamento da energia do biogás é economicamente viável independentemente do tamanho da propriedade. Contrariando o



senso comum e a visão dos economistas ortodoxos, Cícero Bley Jr. procura demonstrar que a questão de escala não é determinante, como em outras atividades produtivas. Ao contrário, ele sugere que a utilização do biogás como fonte alternativa de energia é especialmente adequada às pequenas propriedades, que compõem a chamada agricultura familiar, segmento que representa mais de 90% dos estabelecimentos rurais na região oeste do Paraná.

Aos leitores mais atentos desta obra certamente não passará despercebido um paradoxo, que levanta a seguinte indagação: quais são os interesses que levaram a maior hidrelétrica do mundo em geração de energia a fomentar e apoiar a implantação de microunidades geradoras de energia, numa escala desprezível quando comparada com a sua produção anual de 98,6 milhões de MWh, novo recorde mundial estabelecido em 2013?

A resposta a essa pergunta é a chave para compreender o alcance da proposta tão ardorosamente defendida neste trabalho. A geração hidrelétrica em grande escala é, e continuará sendo pelas próximas décadas, a coluna de sustentação da matriz energética brasileira – uma fonte limpa e renovável da qual o País não pode e não deve abrir mão. Os grandes empreendimentos hidrelétricos são indispensáveis para garantir o direito básico de acesso à energia aos mais de 200 milhões de brasileiros e sustentar o crescimento da economia, não como um objetivo em si mesmo, mas como condição para que o Brasil continue avançando na inclusão social.

Todavia, a recente regulamentação da geração distribuída pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) vai possibilitar, nos próximos anos, integrar e conectar ao sistema uma constelação de micro e pequenos geradores, viabilizando, assim, o aproveitamento de outras fontes renováveis, como o biogás. Ao viabilizar e estimular a geração em pequena escala, o Brasil dá mais um passo para assegurar a sua soberania energética, imprescindível para garantir o desenvolvimento sustentável. Reafirma, ainda, os compromissos assumidos na Rio+20.

Os experimentos da Granja Colombari, no município de São Miguel do Iguaçu e, mais recentemente, o Condomínio de Agroenergia para Agricultura Familiar da Microbacia do Rio Ajuricaba, no município de Marechal Cândido Rondon, serviram como pilotos para testar a viabilidade de diferentes arranjos no aproveitamento do biogás para a

microgeração de energia elétrica, respectivamente uma propriedade individual de médio porte e o consorciamento de 34 agricultores familiares. Os resultados não poderiam ser mais encorajadores.

A grande redescoberta revelada neste livro – o enorme potencial do biogás, que o autor apropriadamente chama de “a energia invisível” – foi tremendamente impulsionada a partir das ações inovadoras do Programa Cultivando Água Boa, iniciativa lançada por ITAIPU Binacional em 2003, abrangendo os 29 municípios da chamada Baía do Paraná III.

Baseado na mobilização e participação social como instrumento das mudanças, este programa desenvolveu na região um novo modelo integrado de gestão ambiental. Com grande ênfase na educação ambiental, o Cultivando Água Boa capacita e apoia as comunidades de cada microbacia, aplicando uma metodologia participativa para a identificação de seus passivos ambientais e formulando medidas corretivas e mitigadoras e, o que é mais importante, incentivando a adoção de práticas ambientais sustentáveis.

Esta nova abordagem da questão ambiental, que informa o modelo de gestão por microbacias, implica em ter um novo olhar sobre o território, rompendo com a visão estanque da sua organização político-administrativa. A natureza não se circunscreve aos limites arbitrários traçados pelo homem. As políticas ambientais ganham em eficácia quando respeitam a unidade básica de planejamento da natureza, que é a microbacia. Este é o conceito-chave no qual se assenta a concepção de desenvolvimento sustentável que orienta todos os projetos e ações socioambientais enfeixadas pelo Programa Cultivando Água Boa.

O Fórum Global de Energia Renovável, realizado em Foz do Iguaçu, em maio de 2008, sob a liderança da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (Onudi), em parceria com o Ministério das Minas e Energia do Brasil e a Eletrobrás, deu o reconhecimento e o impulso que faltavam às iniciativas que já vínhamos adotando para promover o aproveitamento de tecnologias de energias renováveis na região de influência de ITAIPU Binacional. Desde então, a agenda ganhou proeminência nacional e internacional, legitimando os esforços que temos empreendido para consolidar os projetos inovadores criados com nossos parceiros.

Para a ITAIPU Binacional, a política de estímulo e o incentivo à mi-

crogeração a partir da fonte biogás – a que melhor se adequa à “voca-ção econômica” do território do seu entorno – têm um caráter estraté- gico. Ela responde ao imperativo sustentabilidade do seu negócio principal, que é a geração de energia, a qual depende da disponibili- dade e qualidade da água. Além disso, coaduna-se com sua missão de contribuir para o desenvolvimento sustentável do Brasil e Para- guai, especialmente com as comunidades na sua área de influência.

Os recursos financeiros alocados no desenvolvimento do biogás não são o principal ativo investido pela empresa. Sua grande contri- buição tem sido mobilizar e disponibilizar o conhecimento acumula- do e as competências do seu quadro técnico para apoiar os agentes de desenvolvimento local e regional a encontrar as soluções que me- lhor atendam a sua realidade. Todos os projetos apresentados neste livro, que exemplificam a viabilidade tecnológica e econômica do bio- gás, foram construídos por meio de parcerias, envolvendo uma am- pla rede de atores. ITAIPU não reivindica, portanto, o protagonismo.

Sua atuação tem sido mais como articuladora e facilitadora, es- timulando a formação de arranjos interinstitucionais e o comparti- lhamento de conhecimentos e soluções tecnológicas, capacitando, assim, os agentes locais. São eles, afinal, que vivem e atuam nas co- munidades e que são os verdadeiros agentes das transformações.

Por último, gostaria de assinalar que este trabalho deve ser visto como o resultado de uma longa caminhada de aprendizagem cole- tiva realizada nos últimos dez anos, o que em nada diminui os mé- ritos já atribuído ao autor. Graças ao seu esforço metódico e à sua capacidade de comunicar conceitos complexos numa linguagem simples e direta, as lições construídas e aprendidas no território da Bacia do Paraná III tornam-se agora disponíveis para um público bem mais amplo. Certamente, este livro vai inspirar a multiplicação de iniciativas semelhantes, adaptadas à realidade de cada região, ajudando a transformar a agroenergia num vetor do desenvolvi- mento local e regional sustentável. Se este intento for alcançado, terá cumprido plenamente o seu objetivo.

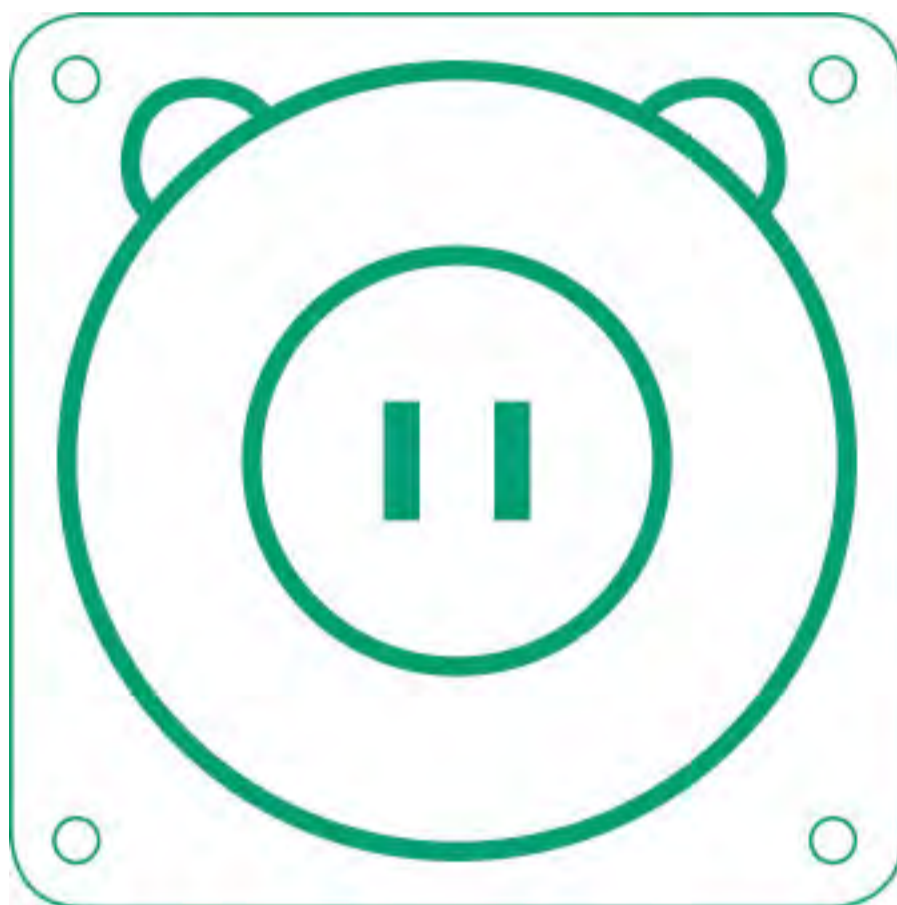
A ITAIPU Binacional esclarece que as opiniões expressas nesse livro são de responsabilidade do autor.

**Jorge Miguel Samek** é diretor geral brasileiro de ITAIPU Binacional

## APRESENTAÇÃO

# FOCINHOS CONECTADOS

CACO DE PAULA



**V**ivemos dias surpreendentes. Bem diferente do que prega o dito popular, focinho de porco pode ser tomada sim. Ou melhor, os dejetos da criação de porcos podem resultar em produção de energia elétrica a partir do biogás, capaz de suprir todas as necessidades de energia elétrica de uma pequena propriedade agrícola e ainda ser distribuída (e vendida) na rede. Às vezes, é preciso que uma crise se instale para que verdades absolutas sejam, finalmente, questionadas. E da dúvida nasça a luz. Veja o caso da produção e distribuição de energia elétrica.

Quando já parecia que a única e melhor solução possível seria

sempre a produção gigante e centralizada, a necessidade trazida pela alta demanda por energia abre as portas para alternativas que antes pareciam inimagináveis. Esse é o caso da energia do biogás que se torna cada vez mais viável diante das possibilidades da minigeração distribuída. Como se sabe, nessa modalidade de negócio o consumidor de energia instala pequenos geradores a partir de, por exemplo, energia solar, eólica ou de biodigestão. E produz energia suficiente para abastecer sua propriedade e um excedente que pode ser utilizado em outra unidade ou vendido para a própria rede.

Essa é, paradoxalmente, uma novidade que nos remete ao passado, pois tem muito a ver com situações em que, por outras circunstâncias, propriedades rurais buscavam ter o máximo de autossuficiência. E, ao mesmo tempo, é algo que nos lança ao futuro, já que esse tipo de solução hoje só se viabiliza porque há um amadurecimento tecnológico e institucional que torna possível essa solução. De uma certa forma é, como diz a canção, uma volta ao começo. Mas não mais a volta a um passado idílico no qual a autossuficiência era uma maneira de se colocar à parte do outro e da própria sociedade. Nada disso. O que temos aqui é um presente auspicioso, o começo de um futuro possível, no qual a autossuficiência de um está ligada à rede de todos. E o excedente pode ser compartilhado. Quando é possível fazer tudo isso com uma matéria-prima que, de outra forma poderia ser uma grande fonte poluidora, como é o caso dos dejetos de animais, o benefício chega em dose dupla.

Esses são apenas alguns dos *insights* que nos traz o livro *Biogás, A Energia Invisível*, de Cícero Bley Jr., que o PLANETA SUSTENTÁVEL tem a honra de editar, em parceria com ITAIPU Binacional e com o Centro Internacional de Energias Renováveis-Biogás (CIBiogás-ER). O livro é, ao mesmo tempo, uma bandeira, uma proposta política, uma reflexão sobre sustentabilidade, uma grande aula e quase um manual. E, acima de tudo, é uma proposta. Acreditamos que, a partir dele, os projetos de produção de energia minidistribuída já não são os mesmos. E, muito menos, a antiga ideia de que focinho de porco e tomada de energia elétrica sejam incompatíveis.

**Caco de Paula** é diretor do PLANETA SUSTENTÁVEL e presidente da Rede Brasileira do Pacto Global

## **EQUILÍBRIO DO SISTEMA**

Quem se detém no precioso exercício da prospecção de cenários para o setor energético vislumbra com muita clareza a inevitabilidade de uma matriz progressivamente pulverizada, descarbonizada, interconectada de forma inteligente (*smart grid*) com a microgeração assumindo um papel cada vez mais importante para o equilíbrio dinâmico de todo o sistema. É nessa direção que caminha a humanidade. A crise climática e a velocidade com que novos cidadãos mundo afora (especialmente nos países em desenvolvimento) são incluídos na sociedade de consumo, aumentando vorazmente a demanda por energia, agravam o senso de urgência em favor dessas mudanças estruturais. É a agenda do bom senso, que reduz o desperdício e promove a sustentabilidade. Sabemos o que deve ser feito. É hora de agir.

## **VALOR VISÍVEL**

Um livro que conseguiu mostrar de forma empolgante e pioneira o potencial da energia do biogás. Mais do que isso, Cícero dá visibilidade ao “invisível”, mostra que aquilo que nossa sociedade produz e não utiliza adequadamente ou desperdiça todos os dias tem valor ambiental, econômico, social e político. É por essa razão que considero este livro como o marco histórico que abre no Brasil o caminho para o verdadeiro desenvolvimento dessa fonte energética.

RICARDO GUSMÃO DORNELLES  
diretor do Departamento de Combustíveis Renováveis  
Ministério de Minas e Energia do Governo Federal

## **UMA MUDANÇA PARA O PAÍS**

No dia em que o Brasil todo tiver conhecimento pleno do potencial da microgeração distribuída de energia, estará em processo uma revolução energética, capaz de transformar o país em liderança mundial. Por esse caminho, vai-se avançar em direção ao desenvolvimento local como base principal de todo o desenvolvimento e para reduzir ou eliminar problemas como o da geração de poluentes pela matriz energética – que é uma das questões centrais nas mudanças climáticas. E a im-

portância deste livro – com seu acervo impressionante de informações – é decisiva para isso, porque junta informações que não se encontram em outras partes. A competência e a experiência do autor, Cícero Bley Jr., nas áreas de energia e resíduos, convertem este livro em obra indispensável para governantes, formuladores de políticas, cientistas, comunicadores e quem mais se interesse em ver o Brasil como posto avançado das modificações indispensáveis para todo o mundo.

WASHINGTON NOVAES

jornalista especializado em meio ambiente e povos indígenas.

Atualmente, é colunista do O Estado de São Paulo e consultor de jornalismo da TV Cultura

### **ROTEIRO DE TRANSIÇÃO**

*Biogás, A Energia Invisível* consiste em verdadeiro manifesto pela expansão exponencial desta fonte em nossa matriz energética, apresentando um convincente roteiro de transição para uma economia de baixo carbono, sustentável, inclusiva, eficiente e tecnologicamente simples, ainda que avançada. Cícero Bley trata com mão segura de especialista, disciplina de empreendedor e paixão de militante um dos mais complexos temas da atualidade, o do desenvolvimento sustentável. Dificilmente o conceito teria uma expressão mais empírica e palpável do que a apresentada neste livro.

ADEMAR SEABRA

chefe da Divisão de Ciência e Tecnologia do Ministério das Relações Exteriores do Governo Federal

## PREFÁCIO

# O GÁS VERDE

LEONARDO BOFF

**T**rês eixos sustentam a existência e a sobrevivência da vida humana: os alimentos, a água e a energia. Eles se movem sempre articulados; quando um é afetado, os outros são atingidos, e a vida vê-se ameaçada. Dos três, a energia é determinante. É ela que move tudo. Para garantir o suprimento energético necessário, o gênio humano inventou as mais diferentes formas de geração de energia. Atualmente, o grande desafio mundial reside em como, sob as mais diferentes formas – especialmente aquelas de fontes renováveis –, garantir a energia que possa dar continuidade ao nosso processo civilizatório. Do contrário, ele vai esmorecer lentamente, até se dissolver, como ocorreu, por exemplo, na Ilha de Páscoa e na brilhante civilização maia, na América Central.

A busca de energias alternativas e perenes se agravou com a constatação que a humanidade enfrenta uma “crise global, em face da finitude dos bens e serviços da natureza”. A Terra – Mãe Terra ou Gaia – é rica e fecunda em energias. Mas, como é um sistema finito, não oferece uma disponibilidade infindável de energia. Esse fato apresenta um grave problema ao sistema mundial de produção, que há séculos tem como objetivo gerar um progresso ilimitado. Isso é inatingível e, por isso mesmo, ilusório. Faz-se mister definir novos fins e criar os meios energéticos necessários que os viabilize.

É nesse contexto que se coloca a questão do biogás. Este sempre foi o primo pobre e desprezado entre os recursos energéticos. Sobre ele pesavam, e ainda pesam, injustificáveis preconceitos, pois se origina do lixo, do esgoto, dos restos, das fezes de animais, de



poluentes descartáveis, tudo sempre jogado fora ou submetido à queima. Era uma energia vista como subproduto sem valor econômico e, por isso, descartável.

Tarefa notável, de ordem teórica e conceitual, mas sempre apontando para práticas de viabilidade, é o trabalho de Cícero Bley Jr., superintendente da área de energias renováveis da hidrelétrica ITAIPU Binacional. O que ele apresenta nesta publicação *Biogás, A Energia Invisível*, levada a efeito com grande rigor, sem desprezar a elegância do estilo, foi mostrar que o biogás é um produto em si, com poder energético intrínseco e de alto valor econômico, não ficando atrás do etanol e do biodiesel. Energia das mais versáteis, pode ser aplicado para gerar energia elétrica, térmica e automotiva.

Que é o biogás? Define-o Bley Jr.: “é um composto gasoso, constituído em média de 59% de gás metano ( $\text{CH}_4$ ), de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e de 1% de gases-traço, entre eles o gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ); resulta da degradação anaeróbica (em ausência de oxigênio) da matéria orgânica realizada por colônias mistas de microrganismos. Daí resulta um líquido quase pastoso, o digestato, e um elemento gasoso, o biogás. O digestato é fundamental para criar biofertilizantes, enquanto o biogás representa uma excelente forma de energia renovável, com as mais diferentes aplicações.

Releva notar que o biogás origina dois resultados significativos: um direto, como energia elétrica, térmica, automotiva aplicada para autoconsumo ou venda de excedentes; e um indireto, ao reduzir as emissões de gases de efeito estufa e, com isso, minorar o aquecimento global. Cabe lembrar que o metano lançado na atmosfera é 21 vezes mais agressivo do que o dióxido de carbono, principal agente do aquecimento do planeta.

Nos anos 1970 e 1990/2000, foram criados projetos de produção de biogás. Por razões descritas por Cícero Bley Jr., que não cabe aqui detalhar, essas iniciativas fracassaram e foram abandonadas. Grave erro dos planejadores governamentais, que não souberam captar a relevância dessa forma de energia. Segundo Bley Jr., somente as indústrias alimentícias e o setor sucroalcooleiro poderiam garantir a matéria-prima para uma produção de 30 bilhões de metros cúbicos de biogás por ano. Além de outros bilhões que viriam de dejetos animais, esgotos e lixões.

Tudo mudou quando a hidrelétrica ITAIPU Binacional, sob a direção clarividente de Jorge Samek – cujo lema é “pensar grande, começar pequeno e andar rápido” –, criou a Plataforma ITAIPU de Energias Renováveis e a munuiu com um orçamento adequado para pesquisa e desenvolvimento. Iniciou seu primeiro projeto em 2007, com a Granja Colombari, em São Miguel do Iguazu.

Há um dado empírico que facilitou a implantação do biogás nos 29 municípios lindeiros do grande reservatório da hidrelétrica. Na região, são produzidos 20% da produção brasileira de alimentos de origem proteica (soja e milho), e há um rebanho de 2,5 milhões de suínos, 45 milhões de aves e 500 mil vacas leiteiras. Para onde iriam os dejetos dessa massa enorme de animais e vegetais? Escoariam para as 13 sub-bacias hidrográficas da região, que alimentam o grande reservatório da hidrelétrica, contaminando perigosamente as águas? Ou seriam deixados para decomposição ao ar livre, com graves impactos ambientais, especialmente para os níveis freáticos das águas?

A criação de biodigestores e de condutos que interligam vários deles, produzindo biogás para o consumo da região e para a venda para o órgão de energia elétrica do estado do Paraná (Copel), foi uma solução inspiradora e eficaz. Se agora temos a “economia verde”, dispomos também do “gás verde”, que dá origem a uma “economia biogás”.

O livro de Bley Jr. constrói, em primeiro lugar, uma grade teórica que justifica o biogás como energia alternativa decisiva para o futuro de nosso país. Em seguida, mostra sua aplicação em distintos projetos, com seus problemas e suas formas de solucioná-los.

Essa pesquisa, enfrentando todos os problemas com sentido de equilíbrio, sem qualquer laivo de polêmica, ajudará os gestores governamentais responsáveis pela produção de energia a despertarem para essa fonte inesgotável e limpa, com a vantagem de ser diretamente ecológica.

Agradeço ao superintendente da área de energias renováveis da hidrelétrica de ITAIPU Binacional, o sr. Cícero Bley Jr., por ter-se dado a este árduo trabalho de pesquisa e por incentivar a valorização do biogás como uma promissora energia para já, para o agora e, muito mais, para o futuro.

**Leonardo Boff** é teólogo da comissão da Carta da Terra

# INTRODUÇÃO

## A REDESCOBERTA DO BIOGÁS

**E**ste livro vem à luz com foco no biogás, como um produto energético e suas aplicações em geração de energias, por microgeradores conectados em geração distribuída. Ao explorar esses conceitos, procura evidenciar o biogás como fonte renovável de difícil percepção, tanto para quem pode gerá-lo, como pelos planejadores e gestores dos setores da energia. Outro objetivo dessa publicação é também estimular a microgeração de energia com o biogás. Para isso, destaca a geração distribuída como ponto de partida para um novo sistema de geração, complementar ao sistema atual.

A abordagem não se aprofunda em instruções técnicas, fórmulas ou modelos matemáticos, que, por certo, estão muito bem estudados nos principais trabalhos técnicos e científicos sobre o uso do biogás no Brasil e no mundo. A opção foi a de abordar conceitos. Essa motivação para discutir conceitos vem da constatação de que, hoje, a geração com todas as fontes de energias renováveis não alcança seu potencial por falta de referências na gestão dos arranjos produtivos que podem viabilizá-las. Não são só tecnológicos, mas também regulatórios, políticos e, sobretudo, de conceitos de gestão. Em termos de energia, todos os ativos que poderiam estar sendo mobilizados, inevitavelmente, farão falta um dia. Para aumentar em 70% a oferta interna de energia do Brasil na próxima década, como vaticina a Empresa de Planejamento Energético (EPE), as fontes de energia convencionais serão, certamente, cada vez mais escassas. Os custos serão crescentes, por conta do acesso cada vez mais di-

fácil e da infraestrutura necessária para conectá-las às redes existentes. As fontes não convencionais, como eólica, solar, biomassa/biocombustíveis e biogás, ganharão espaço na matriz energética brasileira. Junto com elas, novos atores entrarão no cenário energético, entre eles os microgeradores. Há imperiosa necessidade de completar o desenvolvimento tecnológico brasileiro, tal como ocorre no mundo, em termos de geração e uso das energias renováveis, adequando-os a nossa realidade tropical, para a geração em escala efetiva, segura e competitiva.

A ideia central é de que esses conceitos possam servir de referência na composição da agenda de trabalho de um tipo de profissional raro na atualidade, o gestor de sistemas de energia de pequeno porte. Desse profissional será exigido saber articular, construir, organizar e gerir os arranjos necessários, desde o planejamento até a execução, e o monitoramento da microgeração de energia. Para isso, além do conhecimento específico, serão exigidas também a visão sistêmica, a habilidade pessoal para coordenar interesses conflitantes, a capacidade de gerir projetos, relações com fornecedores e consumidores, além de acompanhar obras e manter o diálogo com instituições de comando e controle. Nada fácil, pois vivemos ainda sob a influência da fragmentação das profissões, da setorização das atividades, do estímulo às especialidades, que afunilam o pensamento e, conseqüentemente, as ações. O novo, que está por chegar, exige atitudes inversas. Articular profissionais de múltiplos conhecimentos, reverter o funil do pensamento e preparar generalistas competentes para gerir os sistemas.

## PRODUTO ENERGÉTICO TRIPLAMENTE INVISÍVEL

O maior desafio na gestão do biogás é que ele é um produto energético triplamente invisível. Entenda:

### **INVISÍVEL QUIMICAMENTE**

É um gás, portanto é intangível. O costume atual é o uso de fontes de energias densas, tais como carvão, madeira, palhas. Também se usa fontes líquidas, como petróleo, etanol e biocombustíveis. Todas

essas fontes em estado condensado da matéria, portanto tangíveis e visíveis. Essa familiaridade vem da vivência de uma matriz energética mundial densa, começando com madeira e, em seguida, com o petróleo, o que dificulta a percepção em relação aos gases. Esses, inevitavelmente, ganham espaço na matriz energética mundial e exigem novas formas de produção, de infraestrutura de distribuição e de aplicações energéticas. São os primeiros passos na era dos gases. Não os veremos, nem os tocaremos. Talvez possamos distingui-los pelo cheiro, porém em situações de vazamentos, o que pode significar uma percepção tardia demais. Precisamos torná-los visíveis, mesmo através de instrumentos e processos.

O biogás na natureza é resultante da ação degradativa de microrganismos sobre a biomassa dos resíduos orgânicos. O biogás faz parte do metabolismo natural do planeta, já que é um componente do ciclo biogeoquímico do carbono, o maior e mais abrangente entre os ciclos da Terra. Essa é mais uma razão para que seja invisível, pois a princípio não existe, só começa existir depois do processo de degradação das matérias que lhe dão origem. Acreditar na ciência que explica os fenômenos naturais, e na capacidade humana de reproduzi-los em condições artificiais é, pois, a atitude mais importante para que o biogás seja visto como produto energético.

## **INVISÍVEL ECONOMICAMENTE**

As atividades que geram resíduos e efluentes orgânicos, matérias-primas para produção de biogás, não consideram, não valorizam e, por isso, não incorporam o biogás. Jogam-no fora junto com os resíduos orgânicos. Preferem suprir suas demandas energéticas de forma mais convencional, como consumidores, mesmo que os custos da energia incidam significativamente nas planilhas dos seus produtos e serviços.

A economia, enfim, não vê o potencial energético do biogás, nem para sua própria sustentabilidade, que poderia deixar de ser uma utopia distante, para se tornar uma ação real. Vale incorporar novos valores aos sistemas de produção e, conseqüentemente, aos produtos. Os processos de biodegradação dos resíduos em condições controladas, que produzem biogás, promoveriam também a mitigação da poluição hídrica e atmosférica, que caracteriza os resíduos orgânicos dispostos a céu aberto.

A biodegradação controlada é facilitada quando realizada em condições tropicais e subtropicais, como as brasileiras, em função do clima e da biodiversidade detritívora. Nessas condições, há evidentes vantagens comparativas entre as nossas condições e as de regiões frias. Paradoxalmente, foi nestas regiões, em países como Alemanha, Dinamarca, Holanda e outros, que a digestão anaeróbica mais se desenvolveu. As vantagens competitivas brasileiras ainda não estabeleceram estímulos ao uso desses processos. Atividades que geram significativos volumes de resíduos orgânicos, como o setor sucroalcooleiro, a agropecuária industrial e os serviços de saneamento, ainda não incorporaram, da forma que poderiam, o biogás em suas economias. Um pequeno aterro sanitário ou uma estação de tratamento de esgotos, uma granja de suínos ou de vacas leiteiras, poderiam sustentar, por exemplo, boa parte do combustível para a mobilidade dos serviços de transporte que necessitam, se processassem seus resíduos e obtivessem o biogás.

Nas poucas oportunidades que o processo de tratamento anaeróbico é utilizado, o biogás gerado é considerado subproduto e simplesmente emitido para a atmosfera. Ou, simplesmente, queimado.

## **INVISÍVEL POLITICAMENTE**

O planejamento energético nacional também ainda não enxerga a energia gerada com biogás, na perspectiva de considerar a sua participação na matriz energética. Principalmente quando o padrão convencional é baseado em grandes quantidades de energia, geradas por grandes empreendimentos. O biogás, embora também possa ser produzido em grande escala por empreendimentos de grande porte, tem na pequena produção – distribuída nas zonas produtivas e em municípios de vocação agropecuária – o melhor cenário de viabilidade econômica e sua maior disponibilidade. Afinal, os investimentos em sistemas de biodigestores e motogeradores de energia são evidentemente menores e de mais fácil acesso e, sendo implantados junto às cargas, prescindem de infraestrutura de transmissão e distribuição.

O biogás é uma fonte de energia importante para quem o produz e, conseqüentemente, mais importante para o desenvolvimento econômico local. É necessário, portanto, que a avaliação política de sua

importância seja realizada pelos planejadores, sob essa perspectiva.

Ainda que guarde muitos conceitos aplicáveis às energias convencionais, o biogás em geração distribuída carece de novos enfoques conceituais para o entendimento de sua importância e novas formas de uso para viabilizar-se. É preciso vê-lo de maneira diferente da que estamos habituados. Diferente dos modos com os quais se planeja a energia na atualidade.

Foi dessa forma, mudando radicalmente nosso ponto de vista e modo de entender, que “redescobrimos” o biogás. Isso não foi por acaso, mas a resultante de um inestimável trabalho de avaliação feito pela equipe de profissionais da MC Consultoria de Imagem, de Curitiba, que percebeu e alertou que, em 2008, trabalhávamos com conceitos confusos, soterrando o biogás sob vários títulos: agroenergia, biomassa residual, biocombustível gasoso, subproduto da biodigestão e tantos outros. Ao eliminarmos essas nomenclaturas díspares e confusas, conseguimos identificar o biogás como um produto energético. Com isso, o colocamos no centro do planejamento estratégico, como um produto em si. Ao identificá-lo dessa forma, também conseguimos visualizar toda a sua vasta cadeia de suprimentos e as suas externalidades positivas, como indutores de desenvolvimento local, ativadores de indústrias e serviços e, principalmente, pela sustentabilidade das atividades que o produzem.

Outro importante conceito é que o biogás pode ser aplicado em sistema complementar de energia, sem conflito com as fontes convencionais e seus modos de gestão. Pode ser uma fonte complementar relacionada à eficiência energética das atividades produtoras. Não é necessário vê-lo como uma fonte universal, não é preciso também subsidiar suas aplicações.

E foi a perspectiva de tornar público os conceitos que surgiram, após a descoberta desse novo modo de ver a realidade sobre o biogás, que mais motivou a elaboração deste livro.

Considerando que o texto dessa publicação é baseado na experiência do autor, as informações, dados, opiniões, interpretações e conclusões aqui apresentadas, bem como o uso de nomes de pessoas e de instituições, são de responsabilidade do autor e não devem ser atribuídas à ITAIPU Binacional.

BIOGÁS

2ª EDIÇÃO | REVISTA E AMPLIADA

# RESENHA 2014

---

# PERSPECTIVAS 2015

---

**APRESENTAÇÃO JORGE MIGUEL SAMEK**

---

**PREFÁCIO CACO DE PAULA**

---

**INTRODUÇÃO CÍCERO BLEY JR.**

---

**■ A SEGUNDA EDIÇÃO NOVOS CONCEITOS**

---

OFERTA DESCENTRALIZADA DE ENERGIA

---

NOVOS HORIZONTES NO MERCADO

---

QUESTÕES PENDENTES

---

AGENDA EM 2014

---

CASOS DEMONSTRATIVOS EM 2014

---

UMA ESTRATÉGIA POSSÍVEL PARA 2015

---



APRESENTAÇÃO  
2ª EDIÇÃO | REVISTA E AMPLIADA

# ACÇÕES COLETIVAS

JORGE MIGUEL SAMEK

**A** reedição deste livro, revisada e ampliada, é mais uma indicação clara da importância do biogás/biometano para a matriz energética brasileira e, sobretudo, como um tema emergente na agenda das políticas públicas. O pioneirismo desta obra está em apresentar conceitos fundamentados em experimentos e demonstrações em escala real. Não se trata, portanto, de um trabalho teórico, mas de um manual prático, que mostra a viabilidade do aproveitamento do potencial energético da biomassa residual liberada pelas atividades agropecuárias.

Não é uma simples coincidência que este livro, escrito pelo engenheiro agrônomo Cícero Bley Jr., superintendente de Energias Renováveis de Itaipu Binacional, tenha sido inspirado num conjunto de experiências exitosas em andamento nos municípios da região Oeste do Paraná, uma das bacias mais produtivas do país, e ainda que o movimento de promoção econômica Oeste em Desenvolvimento tenha como uma de suas prioridades o potencial de geração em energias renováveis. Como é sabido, essa região tem duas características que a distinguem: uma estrutura fundiária baseada na pequena propriedade, com amplo predomínio, portanto, da agricultura familiar; uma forte presença de cooperativas agrícolas como indutoras do notável desenvolvimento registrado nas últimas décadas.

Tudo o que este livro retrata só foi possível em razão do concurso destes dois parceiros estratégicos – os agricultores familiares e as cooperativas. Sempre acreditamos que uma andorinha sozinha não faz verão. Por isso, desde 2008, quando ITAIPU foi anfitriã do



Fórum Global de Energias Renováveis, promovido pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (Onudi), temos atuado fortemente nessa área, buscando construir uma rede de parceiros que comungam os mesmos compromissos com o desenvolvimento sustentável.

Os resultados alcançados, bem documentados nesta obra por Cícero Bley Jr., demonstram que as grandes transformações são sempre fruto das ações coletivas. Arrisco-me a dizer que a região Oeste do Paraná, formada por 52 municípios, é hoje um laboratório de inovações que apontam para um novo modelo de desenvolvimento

territorial, que se sustenta num tripé formado por: administrações municipais comprometidas com o aprimoramento da gestão pública; um setor privado dinâmico e empreendedor e uma forte mobilização de capital social, gerado principalmente pela tradição associativista e cooperativista das comunidades do Oeste paranaense.

Esse ambiente propício foi determinante para o êxito dos experimentos induzidos e apoiados por ITAIPU que possibilitaram demonstrar, em escala real, a viabilidade econômica da produção e uso do biogás. O desenvolvimento de tecnologia para o aproveitamento

DESDE 2008, QUANDO ITAIPU FOI ANFITRIÃ DO FÓRUM GLOBAL DE ENERGIAS RENOVÁVEIS, PROMOVIDO PELA ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ONUDI), TEMOS ATUADO FORTEMENTE NESSA ÁREA, BUSCANDO CONSTRUIR UMA REDE DE PARCEIROS QUE COMUNGAM OS MESMOS COMPROMISSOS COM O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.

do potencial energético da biomassa residual produzida pelas atividades agropecuárias e agroindustriais é a nova fronteira para a sustentabilidade da economia regional. Por isso, acreditamos que as lições aprendidas podem balizar políticas públicas que incentivem e promovam o uso crescente do biogás como alternativa para geração distribuída e mobilidade sustentável.

Gostaria de destacar, brevemente, as principais premissas para uma agenda pública voltada para o desenvolvimento desse importante recurso energético, transformando o que até há bem pouco

tempo era um estorvo, que causava enorme passivo ambiental, em nova fonte de energia e renda. Os projetos conduzidos na área de influência de ITAIPU comprovam que o biogás obtido por exemplo dos dejetos da suinocultura pode ser refinado e virar biometano, com uma composição de mais de 94% de metano. Este gás é um combustível equivalente ao GNV do petróleo, podendo, portanto, ser utilizado para finalidades similares.

O projeto do Condomínio de Agroenergia para a Agricultura Familiar da Microbacia do Ajuricaba, na zona rural do município de Marechal Cândido Rondon, demonstrou que é possível aplicar o biogás produzido em pequena escala para a geração de energia elétrica, suprindo as necessidades energéticas das pequenas propriedades rurais e exportando o excedente por meio da rede de distribuição da Companhia Paranaense de Energia Elétrica (Copel). Deve ser destacado que a experiência precursora desenvolvida na Granja Colombari, no município de São Miguel do Iguçu, só se viabilizou porque contou, desde o início, com o apoio da Copel. Essa parceria tem sido absolutamente estratégica. Esse experimento atraiu o interesse das cooperativas da região, que perceberam o potencial da microgeração distribuída para atender à demanda de energias das suas plantas industriais.

A Coopevale e a Coopagril já testaram e atestaram a viabilidade do uso do biogás para gerar energia térmica para atender ao consumo das suas caldeiras. A primeira já vem recorrendo a essa fonte alternativa há dois anos e a segunda acaba de formalizar a sua adesão. Antes delas, a Cooperativa Lar já havia instalado biodigestores para tratamento dos resíduos da sua unidade industrial de abate e processamento de frangos. Pela crescente demanda energética das suas plantas agroindustriais e pelo seu poder mobilizador, a opção feita pelas cooperativas terá o efeito imediato de criar um mercado cativo para o biogás e, dessa forma, incentivar os produtores rurais a produzi-lo localmente. Trata-se de um “ganha-ganha”, que trará, como corolário, enormes benefícios para o meio ambiente.

Por fim, em parceria com a Fiat e a Scania, fizemos no segundo semestre de 2014 uma demonstração do uso veicular do biometano, que se mostrou aplicável tanto para movimentar carros de passeio e utilitários como para veículos de carga e transporte de passageiros.

A ideia de ter um ônibus moderno, com ar condicionado, movido a um combustível obtido a partir de dejetos de animais já não é mais coisa de ficção científica, como no filme *Mad Max*. Foz do Iguaçu testemunhou um ônibus Scania Euro 6 movido 100% a biometano.

Isso significa que exploramos todas as possibilidades de uso comercial e industrial do biogás para mostrar aos produtores rurais e

OS PROJETOS CONDUZIDOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DE ITAIPU COMPROVAM QUE O BIOGÁS OBTIDO POR EXEMPLO DOS DEJETOS DA SUINOCULTURA PODE SER REFINADO E VIRAR BIOMETANO, COM UMA COMPOSIÇÃO DE MAIS DE 94% DE METANO. ESTE GÁS É UM COMBUSTÍVEL EQUIVALENTE AO GNV DO PETRÓLEO, PODENDO, PORTANTO, SER UTILIZADO PARA FINALIDADES SIMILARES. EM PARCERIA COM A FIAT E A SCANIA, FIZEMOS NO SEGUNDO SEMESTRE DE 2014 UMA DEMONSTRAÇÃO DO USO VEICULAR DO BIOMETANO, QUE SE MOSTROU APLICÁVEL TANTO PARA MOVIMENTAR CARROS DE PASSEIO E UTILITÁRIOS COMO PARA VEÍCULOS DE CARGA E TRANSPORTE DE PASSAGEIROS.

às cooperativas que a biomassa residual tem grande valor energético, um recurso que não podemos continuar desperdiçando impunemente. Finalmente, acreditamos tanto na viabilidade dessa nova fonte energética que, em 2013, apoiamos a criação e implantação do Centro Internacional de Energias Renováveis – Biogás (CIBiogás-ER), que tem como missão difundir a tecnologia para o uso racional dessa fonte energética.

Com a reedição deste livro, ITAIPU renova o seu compromisso em apoiar o desenvolvimento da emergente economia do biogás/biometano.

**Jorge Miguel Samek** é diretor geral brasileiro de ITAIPU Binacional

# PREFÁCIO

2ª EDIÇÃO | REVISTA E AMPLIADA



## CONEXÃO AMPLIADA

CACO DE PAULA

**F**oi-se o tempo em que não acompanhávamos, todos os dias, notícias sobre clima, florestas, águas, energia e lixo. Tem sido incômodo – e um tanto quanto preocupante – testemunhar a decrescente qualidade de vida disponível nas grandes cidades, no campo e na costa. Tornou-se impossível ostentar qualquer grau de indiferença às ondas de calor ou frio, às enchentes ou secas, ao desequilíbrio do ambiente ao nosso redor. O planeta parece exausto, como um senhor de meia-idade cuja saúde foi abalada por conta de excessos ininterruptos – e que continua a praticar seus descompassos. Diante desse cenário negativo, o que mais me deixa surpreso é o meu inegável e sereno otimismo. Tenho razões para tal. Uma delas é a segunda edição deste livro.

Se *Biogás, A Energia Invisível*, de Cícero Bley Jr., tivesse sido lançado dez anos atrás, provavelmente sofreria certa indiferença. O tema não era visto como essencial. Entretanto, do início dos anos 2000 até agora, tudo mudou. Isso se deve ao esforço de ambientalistas, engenheiros florestais e conservacionistas de todo o globo. Há que se mencionar também a difusão de pesquisas feitas por cientistas de múltiplas áreas de conhecimento, sem deixar de lado a experiência coletiva das oscilações climáticas. O fato é que há uma crescente consciência de que enfrentamos uma crise a respeito da utilização dos recursos planetários essenciais à vida humana.

E é exatamente essa consciência que me deixa esperançoso quanto ao nosso futuro: quando se ignora um problema, nada acontece. As soluções só nascem quando encaramos a realidade. É disso que trata a revisão e ampliação desta obra. Entre o lançamento

da 1ª edição, no início de 2014, e o presente momento, podemos dizer que ocorreu uma verdadeira revolução para o biogás. Com isso, o livro ganhou ainda mais pertinência. Foram acrescentados 40 páginas, quatro gráficos e oito casos que relatam a expansão de ações, projetos e investimentos na área. O livro cresceu em relevância também por retratar a adequação do biogás de produto final para matéria-prima, tornando-se base do biometano, um gás mais refinado, menos corrosivo, mais utilizável. Resultado: cada vez mais a indústria se interessa de forma contundente pelo produto, não apenas no Brasil como na África, Europa e Américas.

O PLANETA SUSTENTÁVEL retrata, edita, divulga e dissemina conhecimento em busca de soluções para grandes desafios da atualidade. Nas páginas a seguir, confira um bom exemplo disso. O futuro que vejo para a humanidade tem um pouquinho de biogás ou biometano em todos os continentes, países, cidades, praças, prédios e casas. Uma energia que recicla, renova e interconecta todos a um novo e sustentável planeta.

**Caco de Paula** é diretor do PLANETA SUSTENTÁVEL e presidente da Rede Brasileira do Pacto Global



## DA INVISIBILIDADE À CONQUISTA DE ESPAÇO NA MATRIZ NACIONAL

CÍCERO BLEY JR.

Em abril de 2014 tivemos o lançamento da 1ª edição do livro *Biogás, A Energia Invisível*. Exemplares foram vendidos em alguns eventos sobre energias renováveis e distribuídos para leitores-chave. Em pouco tempo a primeira edição, em português, já se esgotava. Em julho já era possível sentir que a velocidade dos acontecimentos que aconteciam em torno do biogás superavam a atualidade do livro. Não pela possível obsolescência dos conceitos, mas sim pela concreta evolução do tema.

No âmbito oficial ou governamental, em junho a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) convocou uma audiência pública na qual fez uma avaliação e apresentou os resultados da Resolução 482/12, pela qual introduzira a Geração Distribuída em sistema de compensação de energia. Foi constatado, naquele evento, que enquanto essa resolução se adequava bem à geração pela fonte solar fotovoltaica, o mesmo não acontecia em relação ao biogás. Em seguida a Aneel fez a Chamada Pública 005/14, com o objetivo de realizar possíveis adequações à resolução original.

Por seu turno, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) criou um grupo de trabalho para avaliar o biogás e o biometano, com a finalidade de normatizar as condições para sua homologação oficial. A Empresa de Pesquisa Energética (EPE), em Nota Técnica, mostrou-se sensibilizada pelas evidências

da demanda de energia no Brasil e as possibilidades do biogás/biometano na matriz combustível.

Ao mesmo tempo, a Secretaria de Planejamento Energético do Ministério de Minas e Energia (MME) passou a discutir o tema biogás

O BIOGÁS RENASCE. SAI DAS SOMBRAS PROVOCADAS PELOS ERROS DO PASSADO E COMEÇA A GANHAR VISIBILIDADE.

COMPREENDEMOS QUE:

- UM COMBUSTÍVEL PRECISA SER APRESENTADO AO MERCADO COM QUALIDADE E DISPONIBILIDADE FIRME.
- O BIOGÁS BRUTO, TAL COMO SAI DE UM BIODIGESTOR, NÃO É UM COMBUSTÍVEL, MAS MATÉRIA-PRIMA.
- O BIOMETANO É DERIVADO DO BIOGÁS E ELE, SIM, É UM COMBUSTÍVEL POSSÍVEL DE APRESENTAR QUALIDADE E DISPONIBILIDADE FIRME.

ISSO MUDA TUDO.

É O BIOGÁS DE 2ª GERAÇÃO QUE DÁ VISIBILIDADE AO BIOGÁS NO CENÁRIO NACIONAL DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS CONFIÁVEIS.

e reconhecer a necessidade de homologar uma política pública específica para o biogás/biometano. Tal como um Programa Nacional do Biogás e Biometano, de forma semelhante com o que já ocorreu com o Programa Nacional do Biodiesel.

Ainda nesse período foi divulgada a aprovação dos projetos submetidos no ano anterior pela Chamada 14 da Aneel, específica para biogás, projetos esses que podem se constituir na implantação de projetos referenciais importantíssimos para estabelecer parâmetros operacionais nacionais para o biogás e biometano, em todas as regiões do Brasil, seja na área dos resíduos sólidos urbanos, seja na área do agronegócio. Já o Ministério das Cidades, com apoio técnico da GlZ, anunciava o programa Probiogas, com foco no saneamento básico. Nesse caminho também começaram a operar alguns projetos de grande porte com investimentos privados.

No âmbito internacional teve início o projeto de transferência de tecnologias do biogás proposto pela Parceria Global de Energia Sustentável (GSEP), que congrega as maiores empresas de energia do mundo, entre elas a Eletrobras. Em San José, no Uruguai, começou a replicação da experiência bem-sucedida que ocorre no Condomínio de Agroenergia para a Agricultura Familiar/Ajuricaba, de Marechal Cândido Rondon/PR.

Em seguida, o MME apresentou no evento *Energia Sustentável para Todos/SE4ALL*, na sede da ONU, em Nova York, essa “viagem do biogás”, de Marechal Cândido Rondon à província de San José, como um caso de sucesso.

Em outro âmbito, a Agência Internacional de Energia (IEA), a partir do núcleo coordenador no MME, iniciou as atividades no Brasil da *Força Tarefa 37 – Biogás Espelho*, com a realização de um evento em abril de 2014 em ITAIPU Binacional, com a finalidade de produzir um conjunto de sugestões em políticas públicas para o biogás, para os tomadores de decisão nos países da América Latina e Caribe.

Também houve intensas movimentações nas universidades, na área da consultoria e produtoras em potencial. Houve, ainda, grande destaque para a Associação Brasileira do Biogás e Biometano (ABiogás). Em seu primeiro ano de atividades, a associação esteve presente em todos os eventos importantes para a área e intensificou a agenda nacional com diálogos abertos nas agências reguladoras e no planejamento energético nacional. Também articulou relacionamentos importantes com outras associações da sociedade civil, sendo emblemática a aproximação com a Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), que, em um evento

em conjunto realizado em São Paulo, estabeleceu a mais importante e decisiva referência para o biogás: “Para a indústria automotiva brasileira poder oferecer equipamentos e motores a biogás no Brasil, é necessário estabelecer a oferta de biogás com qualidade e tornar sua disponibilidade firme”.

É certo que dessa definição de parâmetros de qualidade para o biogás, fixada pelo próprio mercado de usuários desse combustível, pode estar surgindo o Biogás de 2ª Geração, deixando para trás uma longa primeira fase de tentativas, em geral fracassadas. Biogás, como todo produto, necessita incorporar essas características de qualidade. A ANP trabalha nessa direção com a sua Resolução Normativa.

Isso está mudando toda a lógica para a compreensão sobre produção e aplicações do biogás. Vem à luz que o biogás é uma matéria-prima, assim como os produtos alcançados com seu refino, que pode ser feito da mínima remoção do gás sulfídrico até a máxima separação do gás carbônico, obtendo-se o biometano em grau de pureza superior a 96%. Este, sim, o produto combustível, fonte renovável de energias. Um derivado do biogás.

O biogás renasce. Sai das sombras provocadas pelos erros do passado e começa a ganhar visibilidade. Entendemos que a invisibilidade que um dia caracterizou o biogás foi simplesmente decorrência do mau entendimento que foi direcionado a ele por pelo menos três décadas. Nesta edição atualizada do livro *Biogás, A Energia Invisível*, faremos uma breve resenha do ano de 2014 e identificaremos as perspectivas para 2015, que, a rigor, registra a história do biogás no Brasil.

**Cícero Bley Jr.** é superintendente de Energias Renováveis de ITAIPU Binacional

# 1. NOVOS CONCEITOS

**O** biogás tem rapidamente deixado as sombras produzidas pelos erros cometidos, de modo especial, nos três momentos em que ele foi utilizado como fonte energética no Brasil. Uma longa curva de aprendizado foi necessária para que se alcançasse a compreensão atual sobre o biogás.

## **O BIOGÁS DE 1ª GERAÇÃO**

Nos anos 1970 houve a introdução de novas tecnologias para a produção de alimentos, com base na genética vegetal e animal direcionada para o confinamento de animais em escalas crescentes de produção. O uso da biodigestão ganhou força ao acompanhar a introdução da suinocultura, por exemplo, que entre as cadeias produtivas de conversão de proteína vegetal em animal era, e ainda é, a atividade que gera maior volume de dejetos com altas cargas orgânicas. Dos erros mais importantes daquela época, merecem destaque a falta de cuidado com a biomassa e o emprego de materiais inadequados na construção de biodigestores.

No que diz respeito à biomassa, os biodigestores recebiam o já diluído dejetos dos animais e ainda toda a água de chuva. Para o processo da biodigestão, que necessita de água suja e quente, receber choques intermitentes de água da chuva limpa e fria significava interromper o ciclo biológico de degradação a cada carga negativa e ainda ficar inativo até que o processo se reativasse.

Além do choque térmico e nutricional, as enxurradas direcionadas aos biodigestores abreviavam o tempo de detenção hidráulica, essencial para que a biodigestão se realize. Outro aspecto relacionado à biomassa foi o emprego de detergentes à base de soda cáustica, comum – ou, talvez na época, a única opção – para a limpeza de instalações produtivas. Evidente que os detergentes não se degradavam e eram transportados também para os biodigestores, provocando o comprometimento das populações que deveriam realizar a biodigestão. A falta de conhecimento sobre essa dinâmica e seus impactos fez com

que os produtores e investidores em biodigestores os abandonassem. O estigma da ineficiência se estabeleceu e abalou convicções e esperanças de encontrar a adequação ambiental – hoje chamada de sustentabilidade – para reduzir as contas de energia elétrica e combustíveis.

### **SOBRE MATERIAIS**

O emprego no Brasil dos biodigestores tipos chinês e indiano mostrou, em um curto período de tempo de dois anos em média, que o poder corrosivo do gás sulfídrico, um gás traço na composição do biogás, mas altamente corrosivo, seria capaz de comprometer estruturas com componentes ferrosos, desde as campânulas até os arames das cercas e demais artefatos com ferro. Com base nisso, as construções brasileiras de estruturas para biogás incorporaram dos europeus o uso do concreto e do aço inox. Da experiência ca-

## ERROS DOS ANOS 1970: FALTA DE CUIDADO COM A BIOMASSA, EMPREGO DE MATERIAIS INADEQUADOS E USO DO BIOGÁS BRUTO PARA GERAÇÃO DE ENERGIAS

nadense se aproveitaram as lagoas cobertas com lonas plásticas. Vale observar que ainda está por surgir o material construtivo típico brasileiro. Há uma tendência de o mercado se fixar na fibra de vidro, por sua praticidade, leveza e resistência.

Nos anos 1980, tendo a produção de alimentos ficado sem alternativa para tratamento de dejetos dado ao fracasso dos biodigestores na década anterior e, por outro lado, com o avanço da legislação ambiental no Brasil e com o empoderamento do Ministério Público na Constituinte de 1988, a “questão ambiental” veio à tona e se instalou com toda força sobre o sistema produtivo. Tanto sobre a agroindústria quanto sobre a produção. Sem alternativas disponíveis, os grandes produtores adotaram os conceitos de controles industriais de poluição hídrica, que se constituíam de sistemas de tratamento de dejetos em lagoas de estabilização da matéria orgâ-

nica. A biodigestão anaeróbica se fazia presente nesses sistemas, na forma de lagoas anaeróbicas, seguidas de lagoas facultativas. Nem sempre eficientes para efluentes com altas cargas orgânicas como os dejetos dos animais estabulados, ou sangue, vísceras e penas dos efluentes agroindustriais.

Nos anos 1990, a questão ambiental ganhou grande impulso com a realização da Conferência Rio-92, que tentou estabelecer entre outras iniciativas o pacto global para a redução de emissões de gases de efeito estufa. O gás metano, principal componente do biogás, que é 21 vezes mais poluente do que o equivalente gás carbônico, foi um dos gases identificados como provocadores do efeito estufa e conseqüente alterações de temperatura da Terra.

Crescia então o interesse em conter, ou mitigar, as emissões de biogás, que contém o gás metano como seu principal componente. O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas/IPCC, encar-

## ERRO DOS ANOS 1990: A QUEIMA DO BIOGÁS NÃO GARANTIU A SUSTENTABILIDADE DOS SEUS PROCESSOS

regado pela ONU para estabelecer as regras aplicáveis às iniciativas do Protocolo de Kioto (1997), publicou algumas metodologias aceitas para efeito de projetos para o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo/MDL. As metodologias do IPCC orientaram tanto para o uso do biogás produzido em aterros sanitários quanto também para digestão anaeróbica de resíduos da produção. Porém, estabeleceram que a destruição do gás metano poderia se dar por simples queima do biogás, ou também poderia ser usado para a conversão em energia. Dado à maior complexidade do uso do biogás para a geração de energia, estabeleceu-se a solução de simples queima em *flares* como o caminho mais fácil.

Esse cenário perdurou pelos próximos dez anos e perdeu força com o declínio da força política do Protocolo de Kioto e do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo/MDL. Nem vale a pena aprofundar aqui as razões desse declínio, mas afinal que destino poderia ter um

mecanismo que visava a redução de emissões de gases poluentes, lastreado em transações financeiras contratadas entre agentes poluidores que atuavam em países centrais? E que também tinha como base a atuação de agentes redutores de emissões que trabalhavam em países em desenvolvimento e que não consideravam a sustentabilidade dos seus próprios métodos. Só queimar o biogás se mostrou insuficiente para garantir a sustentabilidade do seu processo.

O biogás apareceu e desapareceu em cada um desses cenários e praticamente 40 anos foram perdidos desde a sua primeira tentativa de uso nos anos 1970. Uma característica comum desses cenários foi o fato que, das políticas públicas que fizeram o biogás aparecer, nenhuma focou suas características econômicas específicas enquanto fonte renovável de energia. Ora a poluição hídrica, ora a poluição atmosférica puxavam os interesses em destruir o biogás.

## COM O BIOGÁS DE 2ª GERAÇÃO, NOS ANOS 2000, O CONCEITO DO BIOGÁS TRANSITOU DE PASSIVO AMBIENTAL PARA ATIVO ENERGÉTICO

Nenhuma delas, porém, o valorizava.

Pelas semelhanças de objetivos frustrados ao biogás que apareceram neste longo período de 40 anos pode-se dar a identificação de Biogás de 1ª Geração. O biogás subproduto, um passivo a mais, sem valor econômico. Muitas vezes mais um problema e poucas vezes uma fonte renovável de energia em geração distribuída.

### **O BIOGÁS DE 2ª GERAÇÃO**

Em meados dos anos 2000 o biogás começou a ser focado como combustível utilizável na geração de energia. Seu conceito começou a transitar de passivo ambiental para ativo energético. E isso estabelece outro patamar para seu entendimento, a partir das atividades que o produzem e o usam visando soberania e eficiência energética. Pode-se dizer que está ocorrendo uma transição paradigmática para essa mudança conceitual. Não se tratou de uma sequência de inicia-



tivas com os mesmos conceitos, como nos anos 1970, 1980 e 1990. Mas o setor produtivo brasileiro consolida lenta e progressivamente o reconhecimento de características físicas, químicas e biológicas do biogás, capazes de defini-lo como um produto energético e, como tal, determinante de uma nova rota econômica, fundada na ciência e nos saberes específicos de uma sociedade que vive em clima tropical e servindo para a geração de riquezas, empregos e rendas.

Logo foram se descortinando as aplicações do biogás em geração de energias elétrica, térmica e automotiva, embora ainda na transição com resultados duvidosos, motores destruídos, componentes corroídos e contratos comprometidos. Mas em concreto movimento de avanço.

O argumento primordial desta fase do biogás veio da compreensão de que ele é um produto energético. E como todo produto, para

## OS FABRICANTES DE VEÍCULOS ESPERAM DO BIOGÁS COMO COMBUSTÍVEL: QUALIDADE E DISPONIBILIDADE FIRME

se tornar perene e se consolidar, é necessário que tenha características próprias de qualidade e disponibilidade de fornecimento firme.

Numa apresentação realizada pela Associação Nacional do Biogás e do Biometano (ABiogás) na sede da Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), em São Paulo, logo após ter sido feita toda a argumentação a favor do biogás, Luiz Moan, presidente da Anfavea, na presença de mais de 30 montadoras associadas, elucidou o que os fabricantes de veículos esperam do biogás como combustível: qualidade e disponibilidade firme. A rigor, duas características que devem acompanhar qualquer produto. Ainda mais com um que se pode gerar energia. Estabelecia-se o mais importante balizamento para a evolução do biogás. E isso se deu graças ao diálogo entre duas associações da sociedade civil, a partir da colocação honesta e corajosa da visão do potencial usuá-

rio, o setor automobilístico, que é certamente um dos maiores interessados no biogás como uma alternativa tecnológica segura para integrar a matriz combustível nacional.

Olhando-se para o biogás em sua primeira geração vê-se claramente que tudo o que o biogás não apresentava nessa época era qualidade e muito menos se constituía em fonte firme de energia. Fatos ainda agravados pela distribuição difusa e escala reduzida das unidades geradoras. Do ponto de vista dessas unidades, havia a falta de informação segura em termos de políticas públicas, para que potenciais produtores pudessem empregar essa fonte para realizar trabalhos e aumentar a produtividade.

É relevante destacar que a identificação das premissas – ter qualidade e ter disponibilidade garantida – que podem dar ao biogás as condições fundamentais para ser ofertado ao mercado foi uma formulação dos próprios setores econômicos interessados em seu êxito como produto energético. Esses conceitos não vieram embarcados nas levas tecnológicas que procuraram introduzir-se no Brasil, a explorar suas potencialidades, com pacotes tecnológicos, via de regra, superdimensionados e economicamente inadequados.

Essas premissas saíram de discussões, de diálogos, de articulações, de entendimentos entre diferentes atores da sociedade. Será por esta via que o biogás poderá evoluir e se consolidar.

Fato consumado: o biogás foi predominante nos eventos e fóruns realizados sobre energias renováveis no Brasil. Ocorreram inúmeras discussões até que os sinais se tornassem claros de que pode se começar a cristalizar e a se definir como o Biogás de 2ª Geração.

## **QUESTÕES DA QUALIDADE**

Ao exigir qualidade do biogás, constata-se que por melhor que seja a biomassa residual a ser digerida e, da mesma forma, mais tecnológico seja o processo de biodigestão a ser aplicado, o biogás resultante nunca atingirá qualidade de um produto energético pronto e acabado.

Como gás composto o biogás terá sempre uma parte de gás metano, mas também sempre terá outras partes, como o gás carbônico, assim como outra parte – por menor que seja – de gases traço, entre eles o corrosivo gás sulfídrico. Terá também partes variáveis, mas sempre presentes, de materiais particulados e invariavelmen-

te terá umidade. Uma biomassa bem equilibrada submetida a um processo de biodigestão, bem conduzido, pode produzir uma boa quantidade de biogás, mas não é suficiente para produzi-lo com a qualidade energética de um produto combustível.

Diante disso, vai se consolidando o conceito de que o biogás bruto é uma matéria-prima. Não é um produto. Em outras palavras, para se chegar ao real e qualificado potencial combustível do biogás, deve-se refiná-lo em diferentes intensidades até se obter o biometano.

A Agência Nacional do Petróleo (ANP) publicou uma regulação do biometano no Brasil em cujo *caput* diz que o objetivo da regulação é: “Estabelecer a especificação do Biometano de origem nacional oriundo de resíduos orgânicos agrossilvopastoris destinado ao uso veicular e às instalações residenciais e comerciais a ser comercializado em todo o território nacional, bem como as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos diversos agentes econômicos que comercializam o produto em todo o território nacional”.

Nessa minuta, assumindo que lhe cabe proteger os interesses dos consumidores quanto a preço, qualidade e oferta de produtos, a partir do estabelecimento das especificações dos derivados de petróleo, gás natural e seus derivados e biocombustíveis, a ANP também considera que o biometano atende à definição de biocombustíveis estabelecida na Lei nº 12.490/2011. Isso inclui definitivamente o biometano na matriz combustível nacional.

Na sua Seção II - Das Definições em seu Art. 3º diz que para os fins dessa Resolução ficam estabelecidas as seguintes definições:

---

I - Biogás: gás bruto obtido da decomposição biológica de resíduos orgânicos;

---

II - Biometano: gás constituído essencialmente de metano, derivado da purificação do Biogás.

---

No Regulamento Técnico, anexo à Minuta de Resolução, a ANP detalha a definição de biometano: “O Biometano objeto da resolução é o oriundo de resíduos orgânicos agrossilvopastoris destinado ao uso veicular e às instalações residenciais e comerciais, de origem nacional, a ser comercializado em todo o território nacional”.

Na nota explicativa desse anexo diz ainda que o biometano objeto dessa especificação permanece no estado gasoso sob condições de temperatura e pressão ambientes. É produzido a partir do biogás oriundo da digestão anaeróbica de resíduos orgânicos de origem vegetal, animal ou de processamento da agroindústria, que contém principalmente metano e dióxido de carbono, podendo ainda apresentar componentes inertes do ponto de vista da aplicação, tais como nitrogênio, oxigênio e dióxido de carbono, bem como traços de outros constituintes.

Define, ainda, que o biometano é intercambiável com o gás natural entregue à distribuição nas regiões Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul e requer os mesmos cuidados, na compressão, distribuição e revenda, dispensados ao gás natural.

O biometano deve apresentar concentrações limitadas de componentes potencialmente corrosivos, de modo que a segurança e a integridade dos equipamentos sejam preservadas. Esses com-

## TABELA ANP DE ESPECIFICAÇÃO DO BIOMETANO

CARACTERÍSTICA	unidade	limite	método		
			nbr	astm	isso
Metano, mín.	% mol.	96,5	14903	d1945	6974
Oxigênio, máx.	% mol.	0,5	14903	d1945	6974
CO <sub>2</sub> , máx.	% mol.	3,0	14903	d1945	6974
CO <sub>2</sub> +O <sub>2</sub> +N <sub>2</sub> , máx.		3,5	14903	d1945	6974
Enxofre Total, máx.(3)	mg/m <sup>3</sup>	70	15631	d5504	6326-3   6326-5 19739
Gás Sulfídrico (H <sub>2</sub> S), máx.	mg/m <sup>3</sup>	10	15631	d5504 d6228	6326-3 19739
Ponto de orvalho de água a 1 atm, máx.	°C	-45	15765	d5454	6327   10101-2 10101-3   11541 (4)

ponentes são sulfeto de hidrogênio, dióxido de carbono e água. Um pouco adiante no mesmo Regulamento Técnico encontra-se:

E ainda as observações:

---

❶ Na Região Norte ficam vedados a mistura ao gás natural e o uso veicular.

---

❷ O Biometano deve ser isento de partículas sólidas ou líquidas devendo ser usado um filtro de 0,2  $\mu\text{m}$  no produtor e 1,0  $\mu\text{m}$  no revendedor varejista.

---

❸ A adoção do Biometano quando necessária deverá atender a norma ABNT NBR 15616.

---

❹ O ponto de orvalho de água deve ser calculado por meio da norma ISO 18453 quando se usar método para a determinação do teor de água.

---

Estabelecidos os parâmetros de qualidade para o biometano e reforçando o conceito das definições da ANP com relação ao biogás, como sendo um gás bruto e o biometano o gás combustível derivado da purificação, ou refino do biogás, tem-se então o cenário para o desenvolvimento do Biogás de 2ª Geração, que inclui o biometano, que é o seu derivado.

Parece pouco. Ou uma questão de semântica. Ou um mero jogo de palavras e definições, mas não é.

A qualidade do biogás para uso combustível, o mais tecnológico uso possível do biogás, está definida.

Outros usos como em motores estacionários para geração de energia elétrica e em caldeiras para geração de vapor ainda deverão ter regulações específicas, porém, por dedução a partir das definições para combustível veicular, pode-se chegar às características de qualidade também para essas situações. Por exemplo, pelo refino parcial, a necessária retirada do gás sulfídrico e a retirada da água e particulados para uso em motores estacionários, que podem rodar bem com gás carbônico ainda misturado ao biometano.

Mais um aspecto a considerar quanto à qualidade do biometano

é que os parâmetros da ANP mostrados na tabela anterior servem para regular o mercado oficial, ou seja, referem-se ao biometano a ser ofertado em postos de abastecimento, ou injetados em gasodutos de gás natural. Os parâmetros para autoabastecimento ainda não foram fixados e pode ser que sejam menos restritivos, mas em nenhuma hipótese deixarão de ser exigidos. Afinal, produto sem padrão de qualidade não é produto, ensina o mercado.

Parece que no ano de 2014 finalmente a sociedade brasileira chegou a definições sobre biogás que podem modificar a curto prazo a matriz energética e combustível do país, a mobilizar estupenda quantidade de biogás, ainda hoje jogada fora.

Resumindo, sobre a importância da questão da qualidade do biogás, essa jamais poderá ser alcançada com o biogás bruto. Pode residir aí o principal equívoco que acompanhou o biogás por décadas, sua

## A QUALIDADE DO BIOGÁS PARA USO COMBUSTÍVEL SÓ É ALCANÇADA PELO REFINO, ATÉ CHEGAR AO BIOMETANO

aplicação direta em motores, caldeiras e veículos. Todas as iniciativas do biogás de primeira geração cometeram esse mesmo equívoco.

Biodigestão anaeróbica, portanto, é o principal processo de obtenção do biogás, mas não é suficiente para obter-se qualidade combustível do gás ali gerado. A qualidade será obtida com processos de refino, que pode variar de intensidade até a obtenção do biometano, mas sempre será um processo necessário para fazer aplicações energéticas.

### **QUESTÕES DA DISPONIBILIDADE FIRME**

Enquanto a ANP dedicava-se à fixação de parâmetros da qualidade do biometano, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) publicava, em agosto de 2014, a Nota Técnica 13/14, Demanda de Energia-2050. Trata-se do segundo documento de uma série de cinco que compõem Plano Nacional de Energia de 2050 (PNE 2050), que traz importantes abordagens acerca de como o biogás e o biometano se inserem na matriz energética nacional a médio e longo prazos.

O estudo considera que a demanda atual de energia nacional,

tradicionalmente atendida pela expansão da oferta em grande escala, através de grandes projetos geradores, vem encontrando limitações devidas à perda de capacidade de investimento do estado, das grandes quantidades de recursos necessários para os grandes projetos centralizados, da introdução do gerenciamento da demanda, da maior concentração populacional em grandes centros urbanos, das fontes renováveis de menores escalas e da necessidade de integração cada vez maior dos sistemas de energia.

Esse quadro, diz a EPE, induz o “aumento da perspectiva de uma maior participação da oferta descentralizada de energia no atendimento da demanda, indicando que a definição da oferta viável para o atendimento de toda a demanda, além do sistema convencional centralizado, precisa da inclusão de mais um componente complementar: a Oferta Descentralizada de Energia”.

Para admitir definitivamente a necessidade de um sistema de oferta descentralizada de energia, integrado e sincronizado ao sistema centralizado já instalado, faltaria assumir que além de todos os aspectos relacionados pela EPE, as dimensões territoriais do Brasil impõem aos sistemas elétrico e combustível sérias dificuldades logísticas para crescer indefinidamente e ainda manter a qualidade e a quantidade da oferta de energia que se propõem a fazer.

De todo modo, o estudo da EPE aponta, oficialmente, para a necessidade de construir sistemas complementares, descentralizados de oferta de energia e isso é de fundamental importância para a consolidação do biogás como fonte renovável e disponível de maneira firme.

## 2. OFERTA DESCENTRALIZADA DE ENERGIA

**A** Empresa de Pesquisa Energética (EPE) propõe o conceito de Oferta Descentralizada de Energia para ser utilizado no Plano Nacional de Energia, como a união dos conceitos de Geração Distribuída de Energia (elétrica) e da Produção Descentralizada de Combustíveis. E define

esse conceito como a produção de energia perto do ponto de consumo (no centro de carga), com atendimento prioritário à demanda e com escalas relativamente reduzidas.

A oferta descentralizada de energia aparece no cenário nacional como importante rota de estabilização da oferta, quando o país experimenta as limitações impostas pela opção forçada por reservatórios a fio d'água, sem reservação, em nome da redução das áreas de alagamento. A vulnerabilidade do sistema se evidencia em períodos de seca, como o que se viveu em 2014.

Não é prudente viver nessa dependência, sem criar algum outro sistema que a compense. E nessas condições abrir as possibilidades reguladas de um sistema de oferta descentralizada pode ser uma importante alternativa.

Não é demais lembrar que neste caso, o biogás, por suas características próprias, é a fonte que mais se assemelha à energia hidráulica no sentido de poder ser armazenado se despachado continuamente. Diferente das fontes solar e eólica, que se caracterizam pela intermitência de entrada nas redes.

## O BIOGÁS É A FONTE QUE MAIS SE ASSEMELHA À ENERGIA HIDRÁULICA

### **GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA ELÉTRICA – GD**

Trata-se da geração conectada na rede de distribuição, de até 30 MW de capacidade e localizada perto, ou num centro de carga.

Ao propor novos conceitos de Geração, a EPE considera essencial a introdução da Geração Distribuída no Planejamento Energético de longo prazo e condiciona que somente serão alcançadas as metas de aumento da confiabilidade do sistema, melhor gestão de alocação de recursos, aumento da eficiência energética sistêmica e aumento de renováveis na matriz, se a GD for considerada no planejamento energético tanto nacional como local.

A GD passa a fazer parte oficial do planejamento energético dos diversos agentes envolvidos, como garantia do fornecimento e segurança energética, aumento da confiabilidade, aumento da eficiência energética e econômica dos empreendimentos.



A EPE considera a seguinte escala da GD:

- 1 Micro GD – capacidade menor ou igual a 100 kW;
- 2 Mini GD ou de pequena escala – capacidade superior a 100 kW e menor ou igual a 1 MW;
- 3 Média GD ou de média escala – capacidade superior a 1 MW e menor ou igual a 5 MW;
- 4 Grande GD ou de grande escala – capacidade superior a 5 MW e menor ou igual a 30 MW.

O estudo da EPE considera também algumas importantes situações, que podem ser consideradas como outras denominações da GD:

## GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DENOMINAÇÕES

A EPE CONSIDERA ESSENCIAL A INTRODUÇÃO DA GD NO PLANEJAMENTO ENERGÉTICO

- **GERAÇÃO EMBUTIDA OU AUTOPRODUÇÃO:** quando a geração atende à carga local, no entanto ainda é mantida uma demanda em relação à rede pública, alterando assim somente o perfil de demanda do consumidor.
- **MINI E MICROGERAÇÃO:** geração em pequena escala e dispersa.
- **AUTOPRODUÇÃO INDUSTRIAL:** geração que segue a lógica de investimento industrial de grandes projetos.
- **GERAÇÃO NA PONTA:** onde o consumidor instala uma geração para retirar/reduzir o consumo e demanda do horário de ponta.
- **COGERAÇÃO OU MULTIGERAÇÃO:** esquemas que além da geração de energia elétrica ainda produzem utilidades, como calor ou frio.

Para a EPE, o potencial energético das biomassas no Brasil, apresentado na NT “Recursos Energéticos 2050”, está entre 450 e 460 milhões de TEP em 2050, saindo dos 210 milhões de TEP em 2013.

Do total, a biomassa residual, matéria-prima do biogás, que responde por 56% em 2013, passa para 61% no final do período, considerando como biomassa residual as palhas e pontas da cultura da cana-de-açúcar e a vinhaça, a biomassa residual da pecuária, dejetos animais, efluentes agroindustriais, resíduos sólidos de movimentação de safras e descartes de grãos ardidos, além da biomassa residual urbana, resíduos orgânicos e esgotos urbanos.

A natureza distribuída da biomassa residual leva conseqüentemente à análise da geração distribuída a partir do aproveitamento energético desses resíduos, pela rota tecnológica da digestão anaeróbica, que resulta na produção de biogás e biofertilizante.

## A ZONA DE COMPETITIVIDADE ATUAL, DE 20% DO POTENCIAL TEÓRICO, SERÁ ALCANÇADA SOMENTE EM 2050

Há tecnologias dominadas e custos adequados para a digestão anaeróbica. No Brasil, assim como em todas as regiões de clima tropical do planeta, devido aos aspectos de temperatura e biodiversidade, essas tecnologias tendem a dar resultados melhores e com menos emprego de serviços tecnológicos como aquecimento e agitação mecânica. Por esses fatores e mais a flexibilidade do uso e de armazenamento do biogás, e do cenário traçado para a GD, a penetração do biogás no mercado de energia é extremamente promissora, vaticina a EPE.

A penetração do biogás para geração de eletricidade distribuída é baseada atualmente na competitividade do biogás e em um conjunto de premissas estabelecidas para o cenário de referência, que depende de uma série de fatores, tais como os custos de investimentos das unidades de biodigestão, em especial da unidade de biodigestão de resíduos urbanos, que necessita de uma unidade de triagem, e os custos das matérias-primas, que são conse-

quência essencialmente da logística.

A economicidade do aproveitamento de resíduos rurais indica que somente 20% do potencial teórico de biogás é viável economicamente. Não acontecendo por uma série de barreiras que não são diretamente relacionadas à viabilidade econômica do projeto de produção de biogás.

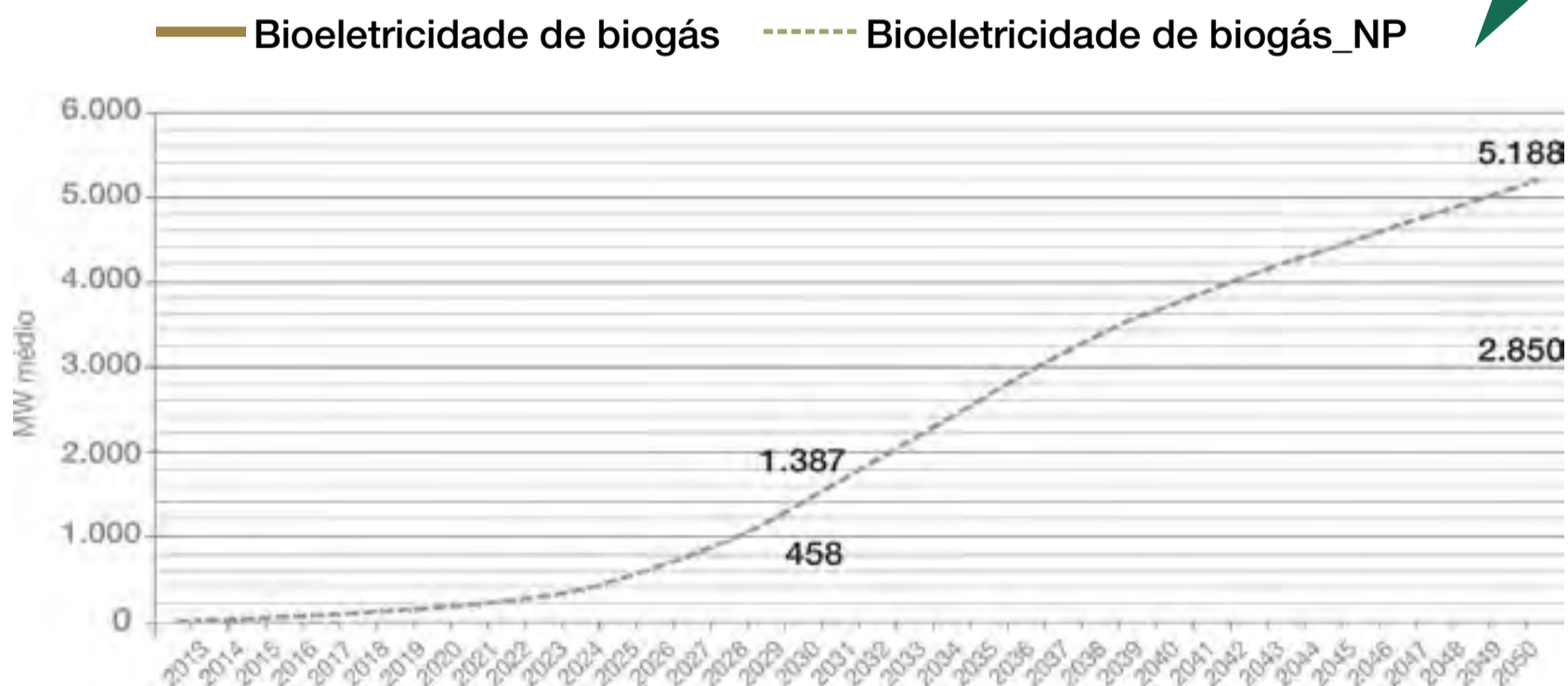
Com isso, diz a EPE que a principal premissa assumida é que a zona de competitividade atual, de 20% do potencial teórico, será alcançada somente em 2050. Ou seja, existe uma premissa conservadora que o potencial de competitividade do biogás, em relação ao seu potencial teórico, continuará o mesmo ao longo do período.

A segunda premissa é de que dado o cenário positivo em relação ao desenvolvimento do biogás, essas barreiras não econômicas serão mitigadas paulatinamente até 2030, quando o cenário de expansão da produção de biogás se torna mais favorável à implantação de projetos de biogás.

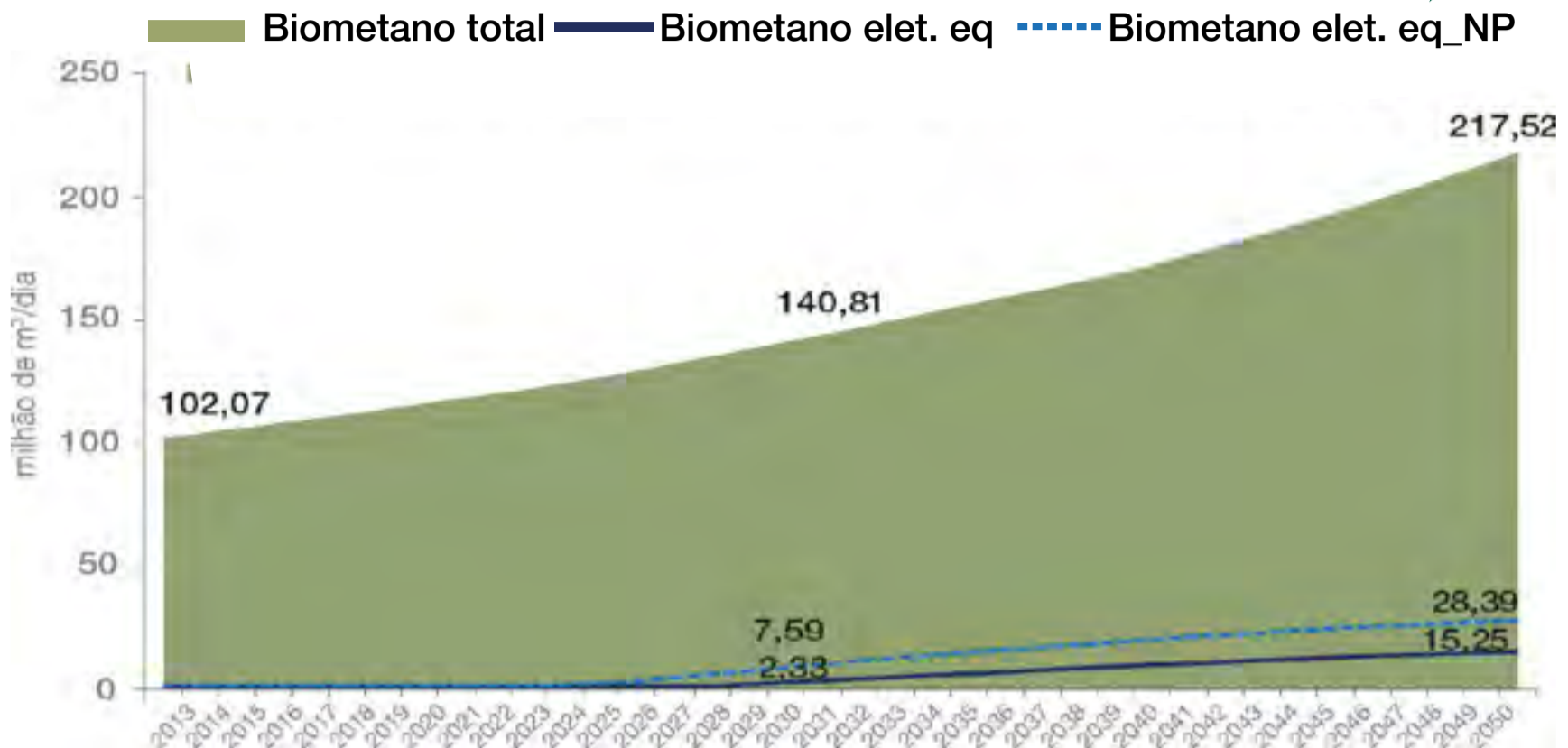
## PROJEÇÕES

Dado que as projeções são referenciadas ao potencial teórico de produção de biogás e às suas zonas de competitividades, o gráfico a seguir apresenta a penetração prevista no horizonte, para o cenário de referência e para a trajetória de sensibilidade de novas políticas.

### PROJEÇÃO DA PENETRAÇÃO DO BIOMETANO PARA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA VERSUS POTENCIAL TEÓRICO



## PENETRAÇÃO DA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE BIOGÁS



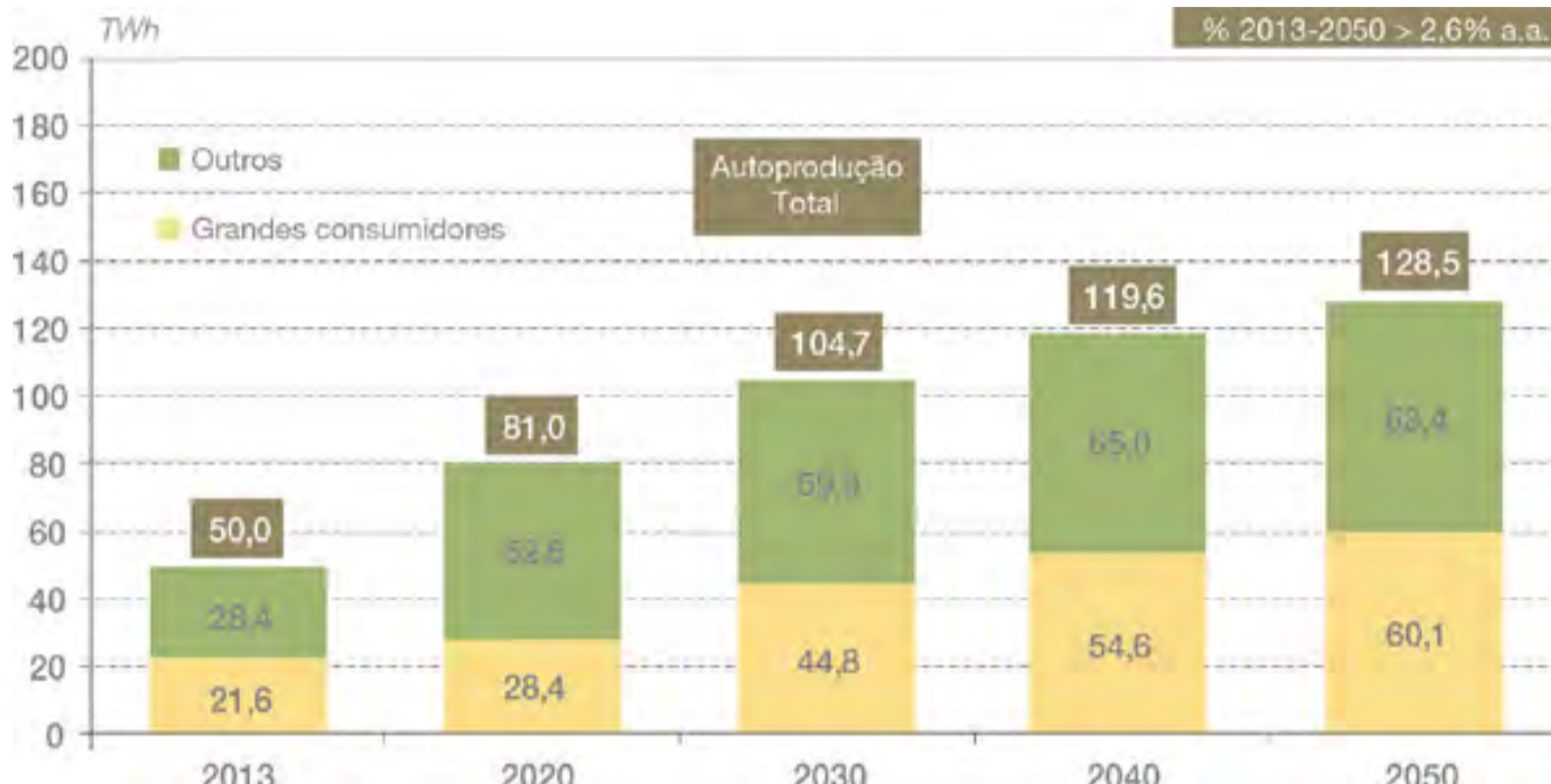
FONTE: ESTUDOS DA DEMANDA DE ENERGIA. NOTA TÉCNICA DEA 13/2014 – EPE

A comparação entre o potencial e a penetração será feita através da contabilização do biometano equivalente, ou seja, tanto o biogás utilizado para a geração de eletricidade como do potencial foram transformados em milhões de m<sup>3</sup>/dia de biometano.

O estudo indica que nos próximos dez anos haverá projetos ainda demonstrativos de geração de energia elétrica com biogás urbano e rural e preconiza que a partir de 2030, com a difusão dos resultados e consolidação dos projetos pioneiros, o mercado do biogás encontrará condições para o seu pleno desenvolvimento.

A autoprodução, geração de energia elétrica localizada junto às unidades de consumo que não utiliza, para o autossuprimento de eletricidade, a rede elétrica das concessionárias de transmissão/distribuição, representa atualmente em torno de 10% de toda a energia elétrica consumida no país e tem grande potencial de expansão nos próximos anos. E isso ocorrerá na forma de cogeração, combinando a geração de energia térmica e elétrica. A expansão da capacidade instalada de produção de diferentes segmentos industriais terá como premissa a autoprodução de energia.

## AUTOPRODUÇÃO DE ELETRICIDADE, 2013-2050 (TWh)



Notas: (i) autoprodução dos Grandes consumidores concentrada em papel e celulose, siderurgia e petroquímica; autoprodução de Outros concentrada nos segmentos de açúcar e álcool, de exploração e produção de petróleo e gás natural, e de refino.

(ii) Para 2013, estimativa preliminar.

FONTE: ESTUDOS DA DEMANDA DE ENERGIA. NOTA TÉCNICA DEA 13/2014 – EPE

### PRODUÇÃO DESCENTRALIZADA DE COMBUSTÍVEIS

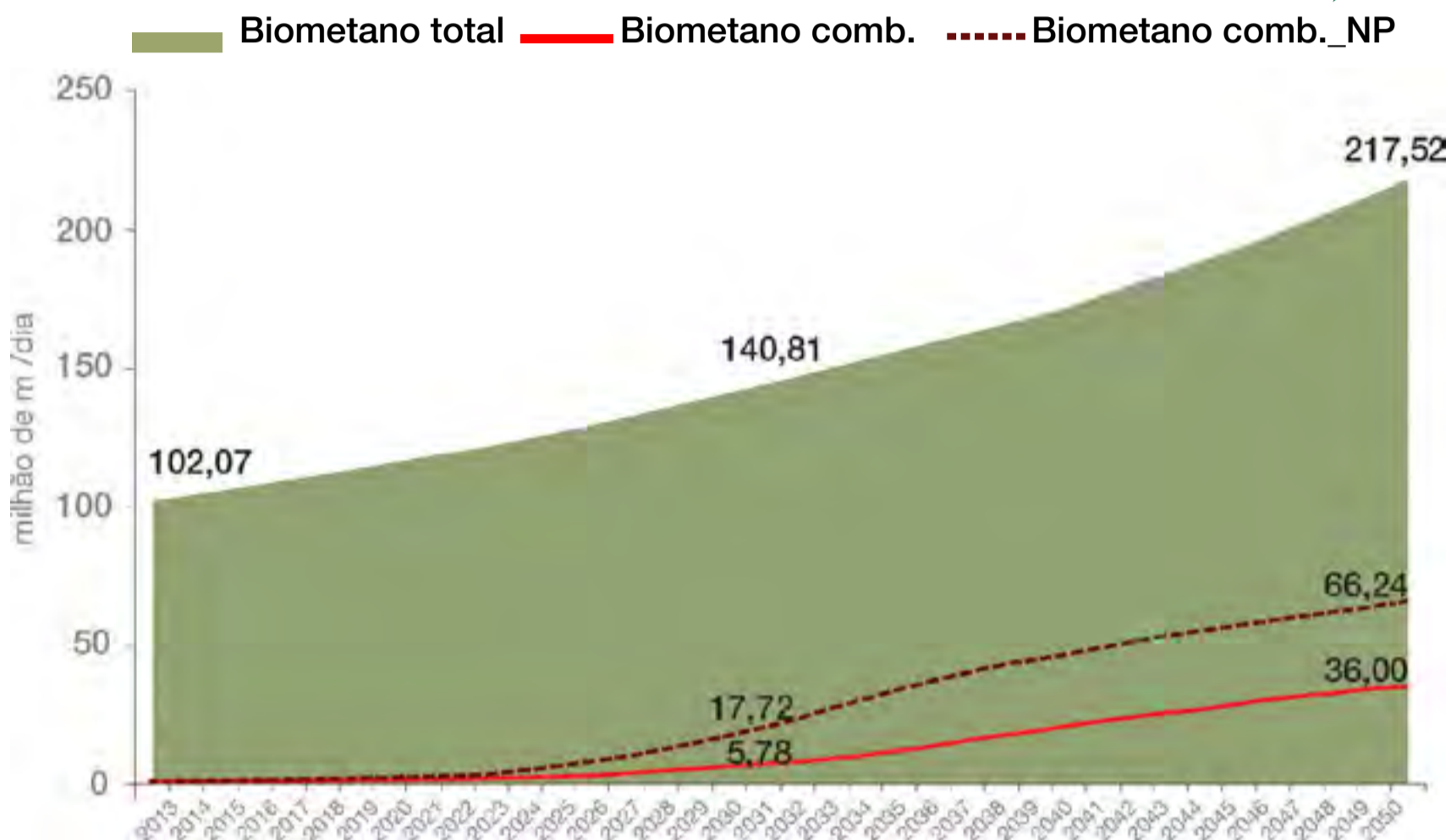
A EPE indica também a real possibilidade de evolução da produção descentralizada de biogás como combustível veicular, que pode se estabelecer conjugando o grande potencial de biomassa residual e a flexibilidade do biogás originado com esse potencial, com o interesse na redução de emissões de gases do efeito estufa com a queima de combustíveis fósseis e com o impacto de custos desses combustíveis.

A competitividade do biometano em relação aos combustíveis líquidos, a destacar diesel e gasolina, e mesmo em relação ao gás, é avaliada pela EPE como mais vantajosa, porque estando em situação de produção descentralizada, o biometano prescinde da logística de transporte e distribuição inerente aos combustíveis convencionais. No entanto, alerta para o fato de que, assim como no caso da gera-

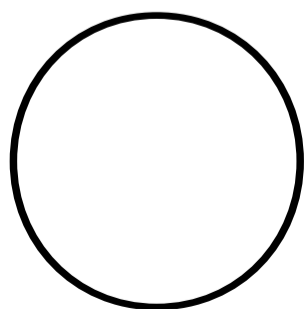
ção distribuída de eletricidade, a produção de biometano também necessita que questões institucionais (regulações) sejam estabelecidas para a criação de ambiente mais adequado ao investimento.

A penetração projetada, no cenário de referência, em 2050 atinge o volume de 36 milhões de m<sup>3</sup> por dia.

## AUTOPRODUÇÃO DE ELETRICIDADE, 2013-2050 (TWH)



## 3. NOVOS HORIZONTES NO MERCADO



mercado trabalha com projeções mais otimistas para a evolução do biogás no Brasil, baseadas nas seguintes premissas:

→ A projeção corrente é de um potencial de biogás/biometano em cerca de 12 bilhões de metros cúbicos

por ano no setor sucroalcooleiro e 8 bilhões de metros cúbicos por ano no setor da agroindústria de alimentos. Esses dois setores precisam encontrar maior eficiência energética para sua sustentabilidade econômica e ambiental. Isso inclui a mobilização de recursos energéticos disponíveis em seus processos de produção.

→ A produção agroindustrial no Brasil é responsável por 37% do PIB Nacional e consome quase 40% de toda a energia produzida no Brasil. Visto nessa dimensão de totalidade, percebe-se que o setor consome energia elétrica e combustível sem eficiência e que a ineficiência do setor corresponde à ineficiência do país em não proporcionar saídas para o setor se utilizar de recursos energéticos disponíveis em seus territórios e utilizá-los eficientemente.

→ Caberá às autoridades brasileiras responsáveis por políticas públicas de energia considerar em seu todo os setores da produção agroindustrial e não mais apenas individualmente, como tem sido considerados os milhares de produtores individuais que compõem esses setores. Sob pena de continuar a cometer o grande equívoco de considerar o biogás/biometano um negócio diminuto e sem importância.

→ As operações com moinhos, misturadores, separadores, transportadores, iluminação, bombas hidráulicas, geração de calor e frio, ar-condicionado e outras podem ser realizadas com energia elétrica gerada a biogás obtido com os dejetos da produção.

→ As projeções crescentes dos preços controlados de energia elétrica e combustíveis estimulam os setores produtivos que podem mobilizar recursos energéticos próprios ou disponíveis a fazê-lo.

→ As aplicações de combustíveis gasosos desenvolvidas a partir do gás de xisto (*shale gas*) nos Estados Unidos vêm sendo ofertadas de forma competitiva pelo mundo afora. No Brasil isso já se observa por impactos na oferta de motores 100% a gás natural (perfeitamente substituíveis por biometano), inclusive para cargas pesadas, caminhões e ônibus. A indústria automotiva tem indicado a preferência pela conversão dos motores Ciclo Otto (gasolina), adequados a cargas pesadas, e não pela conversão dos motores diesel. O gás de xisto acelerou a chegada da Era dos Gases na matriz energética mundial.

→ Tanto a geração distribuída de energia elétrica quanto a produção descentralizada de combustíveis prescindem de custos de transporte e distribuição. Como os setores produtivos se localizam em regiões re-

motas do território nacional, longe das refinarias, esses setores deverão optar pelos recursos energéticos disponíveis em seus territórios.

→ Ganha terreno no mercado o conceito de que a geração distribuída de energia elétrica, a cogeração de energia térmica e a produção descentralizada de combustíveis devem ocorrer juntas.

→ Segurança e eficiência energéticas são dois valores que acompanham os projetos de expansão agroindustrial. Isso significa mobilizar recursos energéticos disponíveis para o autoabastecimento.

→ Há operações de transporte de produção entre os diversos estágios das cadeias produtivas, que devem independe a curto prazo dos combustíveis convencionais, pois o biometano produzido nas próprias cadeias produtivas podem substituí-los.

→ A tendência de continuar a construção de hidrelétricas a fio d'água para redução de áreas de alagamento, que diminuem a capacidade de armazenagem de energia e portanto determinam que o setor elétrico desenvolva novas formas de suplementar a geração, o que

## O POTENCIAL DE BIOGÁS É DE CERCA DE 20 BILHÕES DE M<sup>3</sup>/ANO NOS SETORES SUCROALCOOLEIRO E NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS

pode ocorrer com a geração distribuída.

→ O período de alterações no regime de chuvas, que demonstra vulnerabilidade dos reservatórios do setor elétrico e a necessidade de se agregar energia ao sistema, hoje a cargo das termelétricas a combustíveis fósseis, elevando em muito o custo da energia.

→ Enquanto fonte renovável o biogás é a que mais se assemelha à hidráulica, pois pode ser armazenado e a energia gerada pode ser despachada de forma constante, não produzindo impactos nas redes de distribuição.

→ A tendência programada do setor de alimentos para algumas regiões, praticamente, dobrar a produção atual a curto prazo e por consequência prover energia mobilizando recursos encontrados em seus territórios e efficientizar o uso dessa energia.



→ Essa expansão exige também que os setores produtivos se ajustem ambientalmente, o que implica processar resíduos, dejetos e efluentes, sendo que gerar energia com eles é a única possibilidade de produzir ativos econômicos para a produção e amortização dos investimentos em meio ambiente.

→ O biofertilizante obtido no mesmo processo de biodigestão anaeróbica do biogás, ou seja, para se ter biogás, ter-se-á inevitavelmente digestato como efluente líquido com carga orgânica estabilizada. A ação biofertilizante desse digestato vai se tornando um produto estratégico para produções agropecuárias, devido aos aumentos previstos para os adubos fosfatados (MAP e DAP) e para os adubos nitrogenados (ureia). Esses nutrientes encontrados no biofertilizante na forma orgânica começam a atrair as atenções dos setores produtivos.

→ Em alguns municípios de regiões produtoras agroindustriais, com baixa população urbana, a falta de saneamento rural tem assumido níveis relativos desproporcionais, dezenas de vezes mais complexos, pela gigantesca carga orgânica de dejetos animais, que degradados podem produzir biogás e biometano e viabilizar a infraestrutura de saneamento necessária.

## 4. QUESTÕES PENDENTES

**A** pesar da agenda regulatória favorável de 2014, no que se refere a tecnologias de produção, transporte e distribuição de biogás/biometano ainda há algumas questões a resolver, por exemplo:

→ **A questão dos gasodutos rurais.** Para obter qualidade e disponibilidade firme de energias com biogás, sem excluir os mini e microprodutores, fica evidente que nas condições territoriais brasileiras – distâncias entre produtores – as operações de refino sendo coletivas, em condomínios e cooperativas, são as mais adequadas. Isso porque, interligando as propriedades produtoras por meio de um ga-

soduto rural, é possível programar a manutenção de um número seguro de produtores, enquanto outros mantêm as vazões dos projetos.

→ A tendência de operar coletivamente é reforçada pela possibilidade de ratear em uma só biorrefinaria e uma só microcentral de geração de energias os custos de investimentos CAPEX e de mão de obra especializada em gestão da energia e de manutenção, OPEX.

→ A própria ANP define o biogás como um gás bruto. Consequentemente o seu uso direto para geração de energias deve ser evitado. Nessas condições, para ser usado, o biogás deve ser refinado em maior ou menor intensidade. Partindo-se dessa premissa de que

## A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM BIOGÁS NÃO SE ENQUADRA NA RESOLUÇÃO 482 DA ANEEL

o biogás não deve e não pode ser usado em estado bruto, pode-se afirmar que ele não deverá ser vendido nesse estado bruto. Portanto, o seu transporte, comprimido ou por gasodutos, será um transporte de matéria-prima e não de um gás comercializável.

→ Isso é essencial para encaminhar a discussão com as empresas estaduais concessionárias de gás, que reservam para si o transporte de biogás em gasodutos, quando seria lógico reservar o transporte de biometano (para atender à regulação da ANP).

→ **A questão de uma Resolução com compensação, específica para o biogás.** Ainda pendente está a decisão da Aneel, sobre a publicação de uma regulação para geração distribuída específica para biogás/biometano, pois a Resolução 482/12 que estabelece o mecanismo de balanço entre geração e consumo não se aplica de forma conveniente à energia elétrica gerada com biogás, pois este, quando empregado, sempre gera excedentes muito maiores do que o consumo, provocando um saldo positivo a favor do produtor de energia, impossível de ser recompensado pelo balanço oferta-demanda.

→ **A questão dos siloxanos no biogás de aterros** não pode se constituir em uma limitação absoluta para o avanço nas aplicações do biogás de aterros sanitários. É preciso inovar e colocar soluções para viabilizar esse importante setor produtor.

## 5. AGENDA EM 2014

Várias iniciativas deram visibilidade ao Biogás de 2ª Geração em 2014. Não tão grandes em número, mas certamente significativas em qualidade. Segundo analistas elas representam ainda as iniciativas de primeira hora, ainda em alto risco, mas feitas por produtores, investidores e autoridades que percebem que o biogás pode ser uma fonte de energia confiável, que venha a integrar em definitivo a matriz energética brasileira.

Como ainda não existe uma estatística oficial sobre ações com biogás/biometano no Brasil, limitamo-nos a enunciar algumas iniciativas das quais ou a Associação Brasileira do Biogás e Biometano (ABiogás) ou o Centro Internacional de Energias Renováveis-Biogás (CIBiogás-ER) tiveram a iniciativa de produzir ou participar.

Pode-se dizer que todas as frentes e negociações políticas envolvendo o biogás/biometano estão ativas, apesar de o período eleitoral ter dificultado os desdobramentos de ações, que naturalmente foram postergadas para após as eleições. Mas ainda assim o ano foi intenso:

### **AGENDA NACIONAL**

O biogás/biometano fizeram e estão fazendo parte das agendas de todas as instituições brasileiras relacionadas com políticas públicas sobre energias.

#### **→ MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME)**

Foi apresentada à Secretaria de Planejamento Energético do MME uma nota técnica solicitando a formação de um grupo de trabalho interministerial para trabalhar um Programa Nacional do Biogás e do Biometano tendo como coordenação o MME. Justifica-se essa solicitação porque nenhum outro ministério do Governo Federal tem legitimidade para convocar um programa nacional, tendo como base uma fonte de energia, como o biogás. Aguarda-se

a retomada do novo período de trabalho para solicitar ao MME a continuidade da proposição.

### → **EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE)**

Com a Nota Técnica 13/14 a EPE cumpriu seu papel e introduziu o biogás no cenário do Planejamento Energético Nacional. Como o mercado tem uma sensibilidade menos conservadora, será necessário que as instituições mantenham atualizada a agenda com a EPE.

### → **AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL)**

Aguardam-se os resultados da Chamada Pública 005/2014, para a Geração Distribuída com biogás, por um mecanismo de compensação específico dado às características dessa fonte.

Como ao Leilão de Energia de Reserva para 2017 não se apresentaram projetos a biogás, conclui-se que o preço máximo ofertado de

## INICIATIVAS PIONEIRAS DE INVESTIDORES TRAZEM VISIBILIDADE AO BIOGÁS

R\$ 169 por MW/hora não atraiu investidores. Seguindo o padrão que a Agência adotou para preços de energia solar e eólica, provavelmente tenha-se nos novos leilões novo preço mais adequado. Fortes agentes do mercado já perceberam a possibilidade de ofertar energia elétrica com biogás para reduzir os impactos de preços e de emissões de gases do efeito estufa pelo atual suprimento das termelétricas a carvão e óleo.

### → **AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (ANP)**

Aguarda-se a publicação da Resolução do Biometano e mantém-se o diálogo com a Agência sobre resolução detalhando a produção de biogás.

Em momento seguinte ao da publicação da Resolução Normativa do Biometano, deve entrar na pauta a regulamentação sobre produção do biogás incluindo de micro a grandes produtores.

## → EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) E MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA)

O Convênio EMBRAPA-ITAIPU, denominado Biogásfert, está sendo executado dentro do Plano de Trabalho previsto e já produz importantes resultados oficiais.

## → CONCESSIONÁRIAS

De um modo geral as concessionárias estaduais de gás e energia elétrica (distribuição) vão incorporando aos poucos a ideia de ter fornecedores atuando de forma descentralizada. Há questões pendentes para conexões às redes de gasodutos e de distribuição elétrica, assim como para a homologação dos gasodutos de biogás (bruto). Também não se tem uma definição de como as concessionárias vão operar a produção descentralizada tanto de elétrica quanto de gás. Um grande esforço será necessário para que iniciativas do mercado não percam força em decorrência da ausência de progresso para esse entendimento.

## → INSTITUIÇÕES PERMANENTES DEDICADAS AO BIOGÁS

Duas instituições brasileiras dedicadas exclusivamente ao biogás e recém-fundadas, a Associação Brasileira do Biogás e Biometano (ABiogás) e o Centro Internacional de Energias Renováveis-Biogás (CIBiogás-ER), instalado no Parque Tecnológico Itaipu, ocuparam espaços no cenário nacional e principalmente na mídia.

## AGENDA INTERNACIONAL

Os programas de biogás/biometano brasileiros fazem parte das seguintes agendas de organizações internacionais:

## → MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES

Os governos do Brasil e da Itália vêm patrocinando as Semanas de Bioenergia, com vistas ao fomento da produção e uso das energias renováveis no contexto do Programa Nacional de Cooperação Sul-Sul. A Primeira Semana de Bioenergia ocorreu em Brasília, em 2013; a Segunda em Maputo/Moçambique, em 2014, e a Terceira está programada para acontecer na Indonésia, em 2015.



AGENDA  
INTERNACIONAL  
Apresentação do  
CIBiogás-ER na  
sede da FAO, em  
Roma



## SEGUNDA SEMANA DE BIOENERGIA DE MAPUTO/MOÇAMBIQUE

1. Assinatura de Carta de Intenções com representante de Moçambique. 2. Com os representantes da Embaixada do Brasil em Moçambique e do Egito. 3. Assinatura de Carta de Intenções com a UFPR. 4. Assinatura de Carta de Intenções com Representante da Etiópia

As Semanas de Bioenergia estão no contexto da Parceria Global para a Bioenergia (GBEP), cuja presidência *pro tempore* pertence ao Brasil. A coordenação dos eventos é realizada pelo Departamento de Energia do Ministério das Relações Exteriores, em parceria com o Governo da Itália e com a FAO. O Centro Internacional de Energias Renováveis-Biogás participou da Segunda Semana de Bioenergia de Maputo, quando assinou Cartas de Intenções com instituições do Egito, Etiópia, Moçambique e Brasil, com o objetivo de estabelecer parcerias de intercâmbio de conhecimento sobre energias do biogás, que representam o início de uma série de trabalhos que envolvem disseminação de conhecimento, estruturação tecnológica e pesquisas sobre biogás na África.

## O BIOGÁS/BIOMETANO BRASILEIRO FAZ PARTE DA AGENDA DE ORGANIZAÇÕES INTERNACIONAIS

Como resultado da Segunda Semana de Bioenergia de Maputo está sendo tramitado um Termo de Cooperação entre o CIBiogás-ER e o Ministério das Relações Exteriores, com o objetivo de estabelecer cooperação técnico-científica para desenvolver e executar ações, programas e projetos de intercâmbio em assuntos educacionais, científicos, tecnológicos e de pesquisa no âmbito das energias renováveis com ênfase em biogás, entre brasileiros e africanos.

Outro resultado da Segunda Semana de Bioenergia de Maputo é a oferta de 15 bolsas de estudos sobre as Energias do Biogás, a moçambicanos, com início previsto para fevereiro de 2015.

### → ENERGIAS SUSTENTÁVEIS PARA TODOS/SE4ALL

O Ministério de Minas e Energia do Brasil elegeu o caso Biogás do Condomínio de Agroenergia para a Agricultura Familiar/Ajuricaba, em replicação em San José, Uruguai, para ser apresentado no SE4All, o maior encontro da ONU sobre energias renováveis no mundo, ocorrido em junho em Nova York.

## → ACORDO DE COOPERAÇÃO ITAIPU – FAO

Durante a 32ª Conferência Internacional da FAO, realizada em Santiago, no Chile, em julho, o diretor geral de ITAIPU Binacional, Jorge Samek, firmou com o diretor geral da FAO, José Graziano, um acordo de cooperação para difusão do biogás na América Latina e no Caribe.

## → ENCONTRO SOBRE POLÍTICAS PÚBLICAS DE BIOGÁS PARA AMÉRICA LATINA E CARIBE

Com vistas ao fortalecimento de sua presença no continente, com apoio da Missão Permanente do Brasil em Viena e do Grupo da América Latina e Caribe (Grulac), da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (Onudi), o CI-Biogás-ER organizou o *Seminário Internacional de Biogás*, cujo foco foi construir uma proposta de Políticas Públicas de Biogás para a América Latina e Caribe. O Seminário foi coordenado por:

- Organização Latinoamericana de Energia (Olade);
- Escritório Regional da FAO para América Latina e o Caribe (FAO);
- Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA);
- Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (Onudi);
- Força Tarefa 37-Biogás-Espelho, da Agência Internacional de Energia (IEA);
- ITAIPU Binacional.

Países presentes no Seminário Internacional de Biogás:



Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Equador, Jamaica, Panamá, Paraguai, Peru, República Dominicana, Uruguai e Venezuela.

A proposta de Políticas Públicas de Biogás para a América Latina e o Caribe está disponível no blog: <http://politicaspUBLICAS.cibiogas.org>



## 6. CASOS DEMONSTRATIVOS EM 2014

**D**urante o ano de 2014 foram iniciados alguns projetos que constituem as primeiras iniciativas do Biogás de 2ª Geração. Por certo, já são referências nacionais:

### 1. GEO ENERGÉTICA

A primeira planta da GEO Energética está instalada numa área de 10 hectares, ao lado da Coopcana, cooperativa formada por 127 produtores rurais e que mantém uma usina de açúcar e álcool no município de Paraíso do Norte, perto de Paranavaí (PR). A usina fornece os insumos necessários para a operação de reciclagem e produção de biogás, através de um contrato de parceria de longo prazo, e recebe de volta os adubos orgânicos. Essa planta já produz 4 MW de energia despachada para a Companhia Paranaense e Energia Elétrica (Copel).

A construção da planta foi feita dentro do conceito de sustentabilidade (Planta Verde), que está em processo de certificação junto ao GBC – Green Building Council. A unidade abriga a área de armazenamento dos resíduos, biorreatores, reservatórios de biogás e



1

GEO ENERGÉTICA

A usina produz 4 MW de energia despachada para a Copel

geradores de energia. Essa planta está sendo ampliada para gerar 16 MW de energia e produzir biometano – que poderá ser usado na substituição do óleo diesel.

## **2. ATERRO ENERGÉTICO DOIS ARCOS SÃO PEDRO DA ALDEIA-RJ**

Com objetivo de produzir biometano, foi realizado um investimento no Aterro Dois Arcos de R\$ 18 milhões pelas empresas OSAFI, proprietária do Aterro Dois Arcos, e a Ecometano, do grupo MDPar. O empreendimento integra o Programa Rio Capital da Energia, desenvolvido pelo Governo Estadual para mobilizar os recursos energéticos através de novas tecnologias.

As 600 toneladas de lixo que serão transformadas em combustível são recolhidas nos municípios de São Pedro da Aldeia, Búzios, Iguaba Grande, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Casimiro de Abreu, Silva Jardim e Araruama.

O biometano produzido será injetado no gasoduto da CEG-Rio, misturado com o gás natural já fornecido pela CEG-Rio e distribuído aos clientes sem custos adicionais. Também será comprimido e fornecido em cilindros.

O empreendimento integra o programa Rio Capital da Energia e iniciou sua produção com o volume de 6 mil m<sup>3</sup>/dia de biome-



**2**

ATERRO  
ENERGÉTICO  
DOIS ARCOS  
Produção de  
6 mil m<sup>3</sup>/dia  
pode subir para  
20 mil m<sup>3</sup>/dia  
em oito anos

tano – esse total deverá subir para 20 mil m<sup>3</sup>/dia em oito anos. A estimativa de produção da usina alcança 5 milhões de m<sup>3</sup> de biogás purificado por ano.

Marcio Schittini, gerente de Desenvolvimento de Negócios da Ecometano e diretor da GNR Dois Arcos Valorização de Biogás, explica que o principal benefício da planta industrial – para a comunidade local e o meio ambiente – é que ela garante um aproveitamento adequado do gás gerado no aterro. Além disso, segundo ele, o empreendimento significa uma alternativa ao tratamento do biogás com mais benefícios para a sociedade.

“Estamos recuperando mais de 95% do metano, com alta eficiência e alta tecnologia para fazer um produto de alto valor agregado”, acrescenta Schittini.

A decisão pelo novo processo é a vantagem de aproveitar o lixo, o que diminui a quantidade a ser descartada. Além disso, reduz significativamente a quantidade emitida de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e de metano (CH<sub>4</sub>), gases causadores do efeito estufa.

### 3. ATERRO ENERGÉTICO DE ITAJAÍ

A Itajaí Biogás é resultado de uma parceria com a Tertium Participações.

O projeto, idealizado pela JMalucelli Ambiental, começou a operar em abril de 2014 como a primeira usina térmica instalada em um aterro sanitário de médio porte do país. A geração de energia ocorre por meio da captação de gás metano produzido pelas 350 toneladas de RSU – Resíduos Sólidos Urbanos, depositados diaria-



3

#### ATERRO ENERGÉTICO DE ITAJAÍ

Hoje a usina produz energia suficiente para atender 14.500 habitantes.

No futuro, essa produção pode triplicar

mente no aterro sanitário de Itajaí.

A usina produz cerca de 1 MWh de energia, suficiente para atender uma população aproximada de 14.500 habitantes. Estima-se que, em um futuro próximo, esse número aumente para 3 MWh.

Além de ser uma fonte de geração de energia limpa, a usina ainda impede a emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa.

#### 4. CONSÓRCIO VERDE BRASIL MONTENEGRO-RS

O Consórcio Verde Brasil é formado pelas empresas Ecocitrus e Naturovos, que juntas buscam a solução para resíduos orgânicos gerados em processos produtivos de diferentes indústrias.

A Ecocitrus é uma cooperativa de citricultores ecológicos da região do Vale do Caí que atua há cerca de 20 anos no modelo de agricultura familiar. Produz frutas cítricas e derivados orgânicos totalmente livres de agrotóxicos, além de complexos serviços de gestão de resíduos, obedecendo a padrões socialmente justos e ecologicamente sustentáveis.

A Naturovos, com sede no município de Salvador do Sul, é uma empresa de alimentos pertencente ao Grupo Solar, presente há mais de 40 anos no mercado. Atualmente, é a maior produtora de ovos do Sul do Brasil e uma das maiores forças do mercado em produção de ovos e derivados.

A Companhia de Gás do Estado – Sulgás – lançou o GNVerde,



4

#### CONSÓRCIO VERDE BRASIL

Biodigestão de dejetos de aves poedeiras e de resíduos agroindustriais gera biometano com alto teor de gás metano (acima de 96%)

combustível alternativo e 100% renovável, que está sendo testado em veículos e também na indústria. Produzido a partir da transformação de resíduos orgânicos em um gás equivalente ao gás natural, o GNVerde será futuramente comercializado com exclusividade pela companhia estadual.

Os experimentos do Consórcio Verde Brasil buscam, a partir da biodigestão de dejetos de aves poedeiras e de resíduos agroindustriais, a produção de biogás e, com o seu refino, o biometano com alto teor de gás metano (acima de 96%), que atenda à especificação técnica exigida pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

## **5. USINA DE GÁS RENOVÁVEL POMERODE-SC**

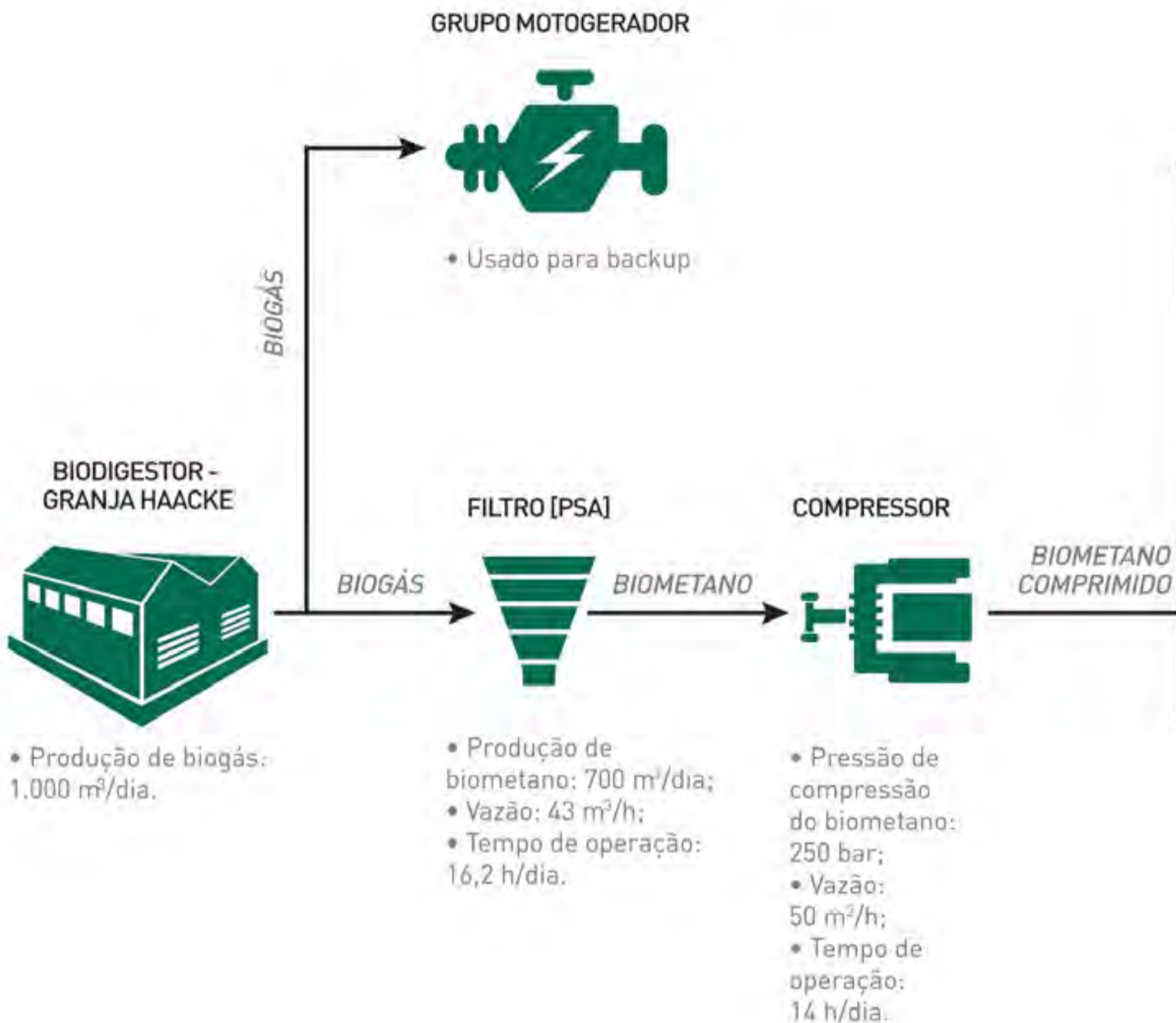
Viabilizada por uma parceria entre algumas empresas catarinenses que deu origem ao projeto da primeira usina de biometano de Santa Catarina. A unidade, instalada próxima a uma granja de suínos em Pomerode, aproveitará os gases resultantes da biodigestão de dejetos dos animais através de tecnologia alemã. A usina foi viabilizada através de uma parceria entre as empresas Brasil Clean Energy, de Balneário Camboriú, de Santa Catarina, e Eco Conceitos, de Pomerode, no mesmo estado, subsidiária no Brasil da empresa alemã de tecnologia em biogás Archea.

Após coletado, o gás passa por um processo de beneficiamento para adequação de sua composição química ao padrão, similar ao gás natural de origem fóssil atualmente distribuído em Santa Catarina.

A comercialização dos cerca de 2.500 m<sup>3</sup>/dia de gás renovável esperados será intermediada pela Companhia de Gás de Santa Catarina (SCGÁS), que deve iniciar a venda do insumo comprimido em cilindros. A parceria entre a SCGÁS e a biorrefinaria é uma importante conquista, pois garante que esse valioso insumo extraído e purificado em Santa Catarina seja utilizado por consumidores potenciais.

Clientes do setor industrial cerâmico e postos de GNV já sinalizaram interesse em consumir a futura produção da usina de biometano, mas a venda do insumo será iniciada somente a partir da publicação do Marco Regulatório do Biogás no Brasil pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

# O CAMINHO DA MOBILIDADE



## FASE 2

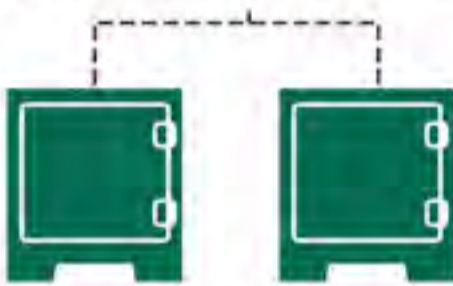
### FROTA - GRANJA HAACKE



• Consumo: 140 m<sup>3</sup>/dia.

## FASE 1

### CESTOS DE ARMAZENAMENTO



- Volume hidráulico: 1,5 m<sup>3</sup>/cada;
- Volume de biometano comprimido armazenado: 375 m<sup>3</sup>/cada.

### TRANSPORTE - GRANJA/PTI



- 1 cesto por viagem;
- 2 viagens por semana.

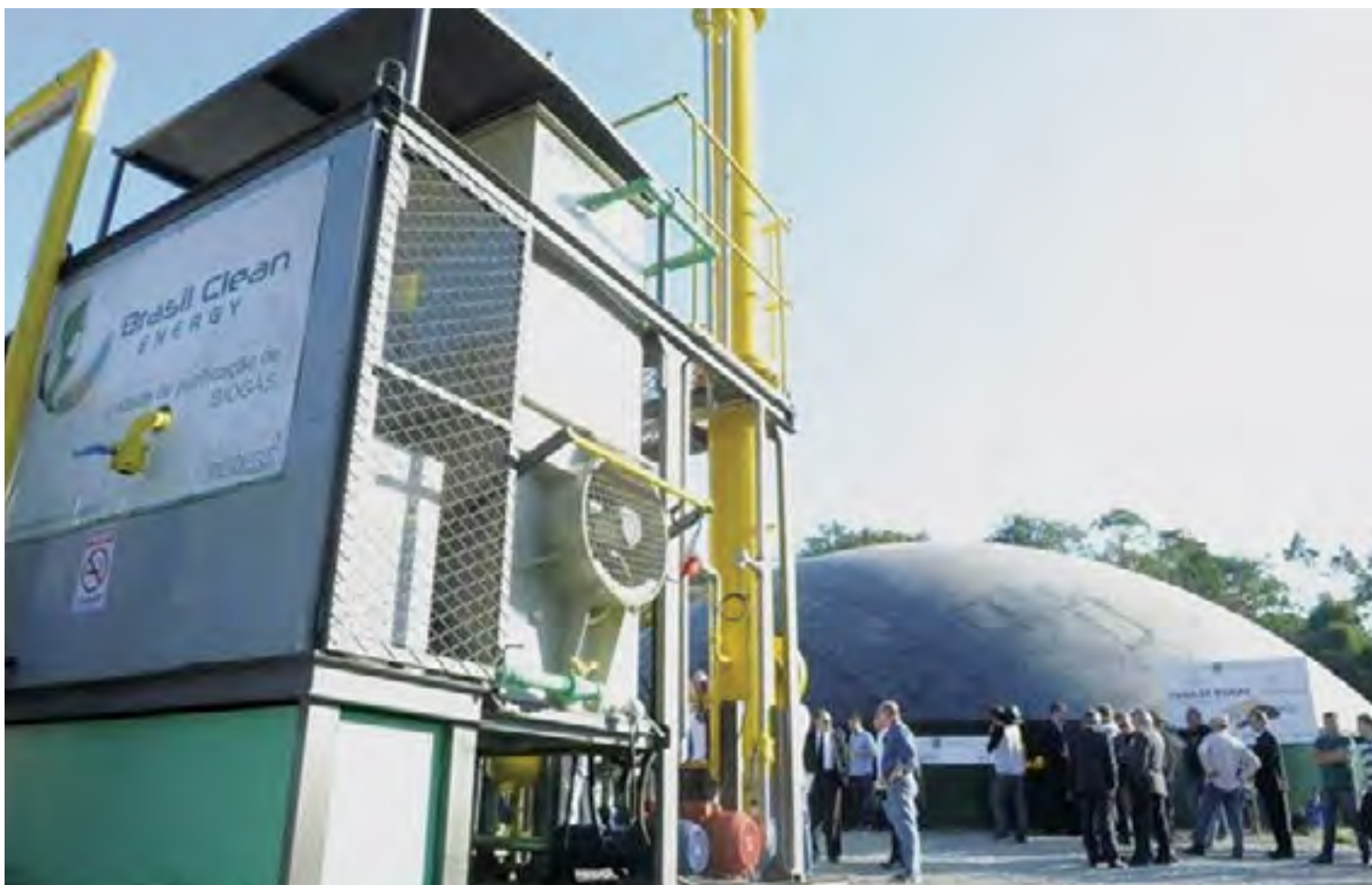
### FROTA - PTI



- Consumo: 70 m<sup>3</sup>/dia;
- Autonomia: 1,5 km/m<sup>3</sup>;
- Distância: 105 km/dia.



- Consumo: 2,5 m<sup>3</sup>/dia;
- Autonomia: 9 km/m<sup>3</sup>;
- Distância: 23 km/dia.



- 5** USINA DE GÁS RENOVÁVEL – POMERODE-SC  
A usina é fruto de uma parceria entre as empresas Brasil Clean Energy, de Balneário Camboriú, e Eco Conceitos, de Pomerode

## 6. PROJETO MOBILIDADE A BIOGÁS

O Projeto Mobilidade a Biogás, que ocorreu em Foz do Iguaçu, na Usina Hidrelétrica de ITAIPU, e em Santa Helena, no Oeste do Paraná, foi resultado da soma de esforços entre ITAIPU Binacional, Scania do Brasil, Centro Internacional de Energias Renováveis–Biogás (CIBiogás-ER), Fundação Parque Tecnológico Itaipu (FPTI) e Granja Haacke/Santa Helena-PR, com supervisão à distância da Agência Nacional do Petróleo (ANP).

Conceitualmente foi projetado um arranjo de produtivo, que se iniciou com a produção de biogás na Granja Haacke de Santa Helena, posteriormente submetido o biogás a processo de refino para obtenção do biometano, seguido da compressão deste gás em cilindros, acondicionados em feixes e transportados por 100 km desde a Granja até a Usina de ITAIPU.

No circuito interno de transporte de passageiros do PTI foi introduzido um ônibus Scania Euro 6, com motor 100% a gás, que percorreu cerca de 3 mil km e transportou em torno de 2 mil passagerei-



ros nos 21 dias de operação do projeto.

A Granja Haacke tem uma produção diária de biogás estimada em 1.000 m<sup>3</sup>, originada do tratamento sanitário de dejetos animais produzidos por 84 mil aves de postura e 750 bovinos de corte. Com a implantação do sistema de purificação, monitorado pelo CIBio-gás-ER, foi registrada a média de 98% de metano na composição do biometano, considerando uma produção de 700 m<sup>3</sup>/dia.

## PROJETO MOBILIDADE A BIOGÁS

### BALANÇO DE MASSAS

O Projeto Mobilidade a Biogás, que ocorreu no Parque Tecnológico Itaipu, em Foz do Iguaçu e em Santa Helena/PR foi apresentado no dia 19 de novembro de 2014. A notícia sobre o ônibus Scania movido a biometano, produzido em uma granja de galinhas poedeiras, teve grande repercussão no Portal UOL, registrando 555 mil visitas à matéria, com 96 mil curtidas. A reportagem ficou entre as trinta mais lidas do portal no período. Ao mesmo tempo, a matéria foi comentada no Programa do Jô Soares, em seu penúltimo programa de 2014. Carros de passeio adaptados também podem ser abastecidos com biometano.



Ônibus Euro 6, da Scania, movido a biometano





Abastecimento de biometano em veículo particular



Abastecimento de veículo a biometano, de ITAIPU Binacional





Cilindro de armazenamento de biometano em veículo particular

## 7. CIBIOGÁS-ER

O CIBiogás-ER é o Centro Internacional de Energias Renováveis-Biogás (CIBiogás-ER), uma sociedade com fins específicos, não lucrativos, em âmbito nacional e internacional, que tem foco no desenvolvimento do biogás como fonte energética renovável e suas aplicações na geração de energias elétrica, térmica e automotiva.

Sediado no Parque Tecnológico Itaipu, em Foz do Iguaçu, Paraná, o centro é resultado de compromisso firmado entre instituições, durante a Rio+20 em junho de 2012. Na assembleia de fundação, firmaram a Ata de Fundação do CIBiogás-ER: ITAIPU Binacional, Fundação PTI, Eletrobras, Compagas, Copel, CTGÁS-ER, Eletrobras Cepel, Seab, Faep, Fiep, Iapar, Itai, município Toledo/PR, Onudi e Cooperativa Lar.

Sua missão é fomentar o uso de energias renováveis, com ênfase na matéria-prima biogás e no combustível biometano, promovendo ações de desenvolvimento, empreendedorismo e estímulo a políticas públicas capazes de estabelecerem cadeias de suprimentos locais e regionais, com impactos sociais, econômicos



7

#### CIBIOGÁS-ER

Laboratório do CIBiogás-ER: a pesquisa é uma das atividades da sociedade, que tem foco no desenvolvimento do biogás como fonte energética renovável e suas aplicações na geração de energias elétrica, térmica e automotiva, sediado no Parque Tecnológico Itaipue

e ambientais positivos.

O CIBiogás-ER trabalha em redes de cooperação com outros centros semelhantes, como o Task Force 37, da Agência Internacional de Energia (IEA); a FAO América Latina, Brasil e Escritório Sul; a Onudi; a Unesco e, no Brasil, mantém com a Embrapa e ITAIPU um termo de cooperação “Biogásfert” de grande relevância para fazer do biogás um combustível disponível para a sustentabilidade econômica, ambiental e social.

[www.cibiogas.org](http://www.cibiogas.org)

## 8. ABIOGÁS

Fundada em 19 de dezembro de 2013, a Associação Brasileira do Biogás e do Biometano é uma organização da sociedade civil, sem fins lucrativos, com objetivo de representar, em caráter permanente, os interesses das instituições e usuários, que atuam na cadeia produtiva do biogás e do biometano. O principal objetivo da ABiogás é formular, atualizar, propor e sustentar um Programa Nacional de

Biogás e Biometano a ser submetido ao Governo Federal, ao Ministério de Minas e Energia, à Agência Nacional de Petróleo, aos demais órgãos setoriais e à sociedade em geral, para servir de base a políticas públicas que consolidem o biogás e o biometano como combustíveis renováveis, aplicáveis para a geração de energias elétrica, térmica e automotiva.

As instituições fundadoras da ABiogás são: Caterpillar, Soluções Sustentáveis, CIBiogás-ER, Granja Colombari, Compagas, Sulgás, Concert Technologies, Cooperativa dos Citricultores Ecológicos da Vale do Caí, CPFL, Dresser-Rand/Guascor, Eco Biopower, Ecom Comercializadora de Gás, Engine, ER-BR Energias Renováveis, GE, Geo Energética, Horus Comercializadora de Energias, Methanum Engenharia Ambiental, Solar Comércio e Agroindústria Ltda., STCP Engenharia de Projetos, Tradener Comercializadora de Energia, Universidade Federal de Pernambuco e PLANETA SUSTENTÁVEL.

[www.abiogas.org](http://www.abiogas.org)



8

#### ABIOGÁS

O principal objetivo da ABiogás é formular, atualizar, propor e sustentar um Programa Nacional de Biogás e Biometano a ser submetido ao Governo Federal, ao MME, à Agência Nacional de Petróleo, aos demais órgãos setoriais e à sociedade em geral

## 7. UMA ESTRATÉGIA POSSÍVEL PARA 2015

**P**arte-se da iniciativa de manter-se as agendas ativas no MME, para a elaboração do Programa Nacional do Biogás e do Biometano, com o cuidado para que ocorra em curto prazo o estabelecimento das regulações da Aneel para a Geração Distribuída de Energia Elétrica e da ANP para a Produção Descentralizada de Combustíveis. Com isso, serão definidas as bases para o uso oficial do biogás e do biometano. O acompanhamento da evolução dessas regulações será uma obrigação permanente de todos os que se dispuserem a produzir energias com esses recursos.

### CONTINUAR A ARTICULAR E APOIAR A ORGANIZAÇÃO DE ARRANJOS PRODUTIVOS DE ENERGIAS COM BIOGÁS E BIOMETANO E ESTIMULAR NOVOS CASOS DEMONSTRATIVOS

No entanto, será preciso continuar a articular, a estimular e apoiar a organização de arranjos produtivos de energias com biogás e biometano. Para tal, começam a se firmar nos meios do planejamento dois documentos importantes a serem usados para balizar projetos:

→ Manual de Eficiência Energética da ANEEL/2013 e a NBR ISO 50001 – Gestão da Energia.

Ao juntar os dois documentos, pode-se obter um roteiro consistente para aplicar os requisitos regulatórios num contexto real de produção, inclusive com abordagens específicas sobre a viabilidade econômica das iniciativas.

Para a eficiência energética de atividades que produzem resíduos e efluentes orgânicos possíveis de ser convertidos em biogás/

biometano e deste em ativos energéticos, será importante inventariar não só equipamentos e iluminação, como se faz regularmente em trabalhos de eficiência energética, mas programar a mobilização de todas as fontes de energias locais disponíveis nas operações de processos, notadamente a biomassa residual.

Será fundamental a identificação de operações e processos que podem ser realizados com energias do biogás, tais como moinhos, misturadores, bombas hidráulicas, correias transportadoras, campânulas, pisos aquecidos, ventiladores, condicionadores de ar e outros.

Devido à importância econômica da energia em situação de Produção Descentralizada, haverá necessidade de os setores produtivos constituírem serviços especializados em energias. Da geração/produção às aplicações, passando por uma inevitável especialização, a manutenção. Além disso, será necessário documentar os projetos junto às concessionárias de energia elétrica e de gás.

Finalmente, será preciso que diversos setores incluam a questão da energia em oferta descentralizada e sistêmica nas suas pautas de reivindicações político-setoriais, entre eles o setor do saneamento, do agronegócio sucroalcooleiro e da produção de alimentos.

# OPERAÇÕES E PROCESSOS

## SERVIÇOS ESPECIALIZADOS EM ENERGIAS



**PROGRAMAR A MOBILIZAÇÃO** de todas as fontes de energias locais disponíveis nas operações de processos.



**IDENTIFICAÇÃO DE OPERAÇÕES E PROCESSOS** que podem ser realizados com energias do biogás.



Setores produtivos devem constituir **SERVIÇOS ESPECIALIZADOS EM ENERGIA**, desde a geração às aplicações até a manutenção.



Setores do saneamento (esgotos e resíduos sólidos) e do agronegócio sucroalcooleiro e da produção de alimentos devem incluir a questão da energia em oferta descentralizada e sistêmica nas suas **PAUTAS POLÍTICO-SETORIAIS**.



NÓS E A ENERGIA:  
ENERGÍVOROS  
ATÉ QUANDO?

Somos os únicos seres energívoros do planeta. Consumimos muito mais energia do que nossos corpos necessitam para viver, para transformar alimentos e para realizar trabalhos necessários para produzir tudo o que precisamos – desde vestuário, habitação, mobilidade e outras inúmeras facilidades que garantem a nossa sobrevivência. Somos consumidores vorazes de energias do meio, utilizadas para mantermos um padrão de vida que excede nossa capacidade energética natural. Essa atitude nenhum outro ser vivo apresenta. O leão descansa de 16 a 20 horas por dia, para economizar forças para a caçada. O urso hiberna seis meses, para acumular energia durante o inverno e pescar na primavera. Das bactérias aos elefantes, a economia e a eficiência energética, limitadas ao que os próprios organismos produzem, são características de sobrevivência dos seres vivos. Suas vidas são limitadas à energia que acumulam. Com isso, condicio-

## HUMANOS CONSOMEM ALÉM DE SUA PRÓPRIA ENERGIA

nam-se a gastá-la com eficiência. Ao contrário de todos os demais animais, os humanos não economizam sua energia orgânica e muito menos se limitam a ela.

Para gerar energia para nossas demandas, transformamos elementos naturais como a água, o sol, o vento e o fogo. Concebemos e construímos engenhos para usar esses elementos. Evoluímos das rodas d'água, com engrenagens de madeira, às sofisticadas hidrelétricas. Criamos tanto cata-ventos, como sofisticados aerogeradores. Do aquecimento direto do sol, chegamos aos painéis solares.

Também, desde remotos tempos, domesticamos animais e os utilizamos na geração de energia doméstica – a precursora da energia distribuída, quando alguém inventou a roda e logo colocou uma parrelha de burros para puxar a carroça movimentando pessoas e cargas de um lugar para outro

Ao amarrar um boi a uma ponta de uma vara e ao fazê-lo rodar a engrenagem de uma moenda, para assim produzir açúcar, fazer farinha, ou descascar o arroz, o homem iniciou sua produção loca-

lizada de energia, para garantir alimentos processados, mais fáceis de absorver. Daí à mobilidade com petróleo foi um pulo. Passamos a nos mover mais rápido e com menos esforço, utilizando a energia do meio. Entretanto, ao trazer esse combustível das profundezas da Terra, onde estava confinado, oferecendo melhores condições para a vida na superfície, provocamos um crescente desequilíbrio no ciclo biogeoquímico do carbono, produzindo gases de combustão em excesso.

## **VORACIDADE HUMANA**

Somos essencialmente consumidores intensivos de energia. Usamos toda a energia dos nossos corpos e ainda desenvolvemos formas de obter energia externa para tudo o que precisamos para manter nosso modelo de vida. Isso estabelece uma demanda energética colossal, cujo atendimento transferimos para a sociedade organizada – governos – sem considerar que a sociedade em geral é que financia os custos de investimentos e operações da infraestrutura de geração, transmissão (elétrica), transporte (combustíveis) e distribuição, para termos atendidas nossas demandas. Por outro lado, o atendimento a essa voracidade energética humana produz um panorama favorável à atuação de interesses econômicos, com a finalidade de suprir permanentemente as demandas, construindo sempre novas infraestruturas. Cenário esse que tem a tendência de estimular, estrategicamente, o crescimento da procura, que chega ao seu limite apoiada no uso inconsciente da energia pelos cidadãos consumidores.

A soma de todas as nossas inconsciências assegura uma solicitação coletiva gigantesca e crescente a alimentar os negócios com energias. Passamos a nos mover utilizando a energia do meio. Hábitos da sociedade, como horários coincidentes de mobilização e jornadas de trabalho agravam ainda mais o quadro, produzindo horários de congestionamento da demanda, conhecidos como horários de ponta, ou pico, que passam a ser considerados como ponto máximo dos requerimentos de energia a serem atendidos. Em dias úteis, a sociedade produz um pico de demanda coincidente entre as 18 h e as 21 h, quando se encerram as jornadas de trabalho e se estabelece o coincidente uso máximo do chuveiro elétrico e dos aparelhos de ar-condicionado, o que requer o máximo dos sistemas, da geração à distribuição. Em outro exemplo, sempre que nos

dirigimos ao posto de gasolina e enchemos o tanque do carro, não refletimos sobre o que foi preciso ser feito para que tenhamos essa facilidade, a de se obter combustível a partir da bomba.

Definitivamente não somos educados para refletir sobre quanta tecnologia, trabalho humano e infraestrutura são necessários para obtermos, com um simples clique, luz em casa. Ou sobre o quão trabalhoso – e custoso – é manter uma rede que oferece combustível ao alcance de todos.

É inevitável o prognóstico de uma crise energética mundial, da qual provavelmente sairemos vítimas da nossa própria voracidade e deseducação energéticas.

## **NEXOS DA SOBREVIVÊNCIA**

O maior desafio humano é manter em equilíbrio os nexos entre os seus três principais eixos de sobrevivência: alimentos, água e energia. Percebe-se que, diante de fenômenos incontrolláveis como a fome, a sede e a necessidade de manter e elevar sempre a qualidade de vida – além da produtividade dos trabalhos humanos –, esses eixos estão sob constante pressão. Alimentar, garantir água e fornecer energia para todos são prioridades humanas da mesma grandeza e complexidade.

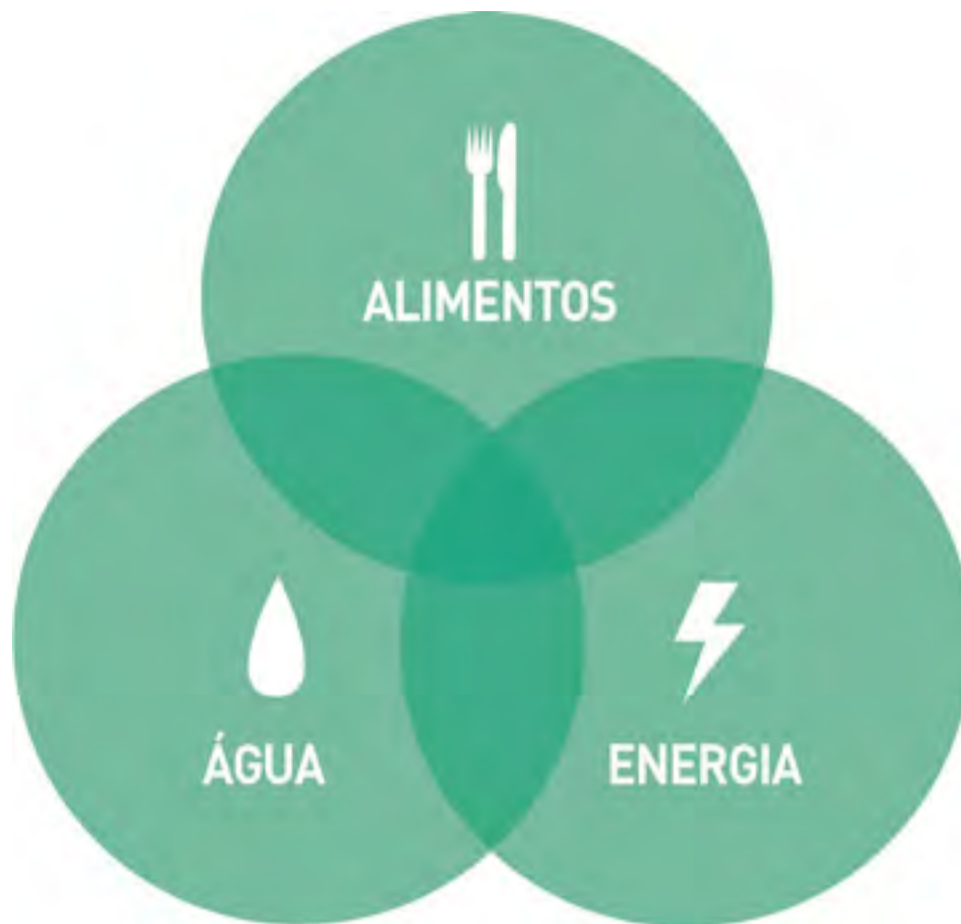
Assim, sempre que se intensificam as pressões sobre um desses eixos, os outros dois sofrem diretamente as consequências.

## **EM RELAÇÃO À ÁGUA**

Entre os três, o eixo da água é o mais sensível, pela importância vital e biológica. Nós e todos os seres vivos compartilhamos a água disponível no planeta. Como seres racionais, temos o dever ético de obtê-la e usá-la com cuidado e parcimônia. O ciclo hidrológico planetário se mantém sempre constante, porém os impactos ambientais das atividades humanas sobre as águas, degradando a sua qualidade, provocam escassez, mesmo na abundância. Não raro essa escassez se manifesta através da inadequação para o consumo em função de várias formas de poluição hídrica. Constata-se também que, alterando a atmosfera com emissões em escala gigantesca de gases do efeito estufa, o ciclo hidrológico é o primeiro a sofrer consequências.

O último relatório do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas

## OS TRÊS PRINCIPAIS EIXOS DA SOBREVIVÊNCIA HUMANA



(PBMC) divulgou realidades alarmantes para os próximos 50 anos. Caso o homem não reverta sua participação na emissão de carbono e gases equivalentes, com uma conseqüente crise do clima e elevação das temperaturas globais, poderemos ter elevação do nível dos oceanos. E, pelas mesmas causas, incremento de áreas desérticas, com graves conseqüências socioeconômicas.

O café poderá deixar de ser plantado no Brasil, pois para as regiões tradicionais de produção – sudeste, leste e sul do País – está previsto um aumento de temperatura entre 3 e 4 °C. Com isso, prevê-se que o plantio do café migrará para o norte da Argentina, o que confirmaria todas as projeções feitas por organismos nacionais e internacionais que trabalham com o tema e alertam para a necessidade de revertermos modos de produção, de consumo e hábitos geradores de gases de efeito estufa (GEE). Os cenários mais otimistas mostram que, se as emissões continuarem a serem feitas no ritmo atual, isso gerará savanas na Amazônia, no Planalto Central, no sul e no sudeste, ao mesmo tempo em que ilhas oceânicas desaparecerão. Economias se extinguirão e populações serão consideradas refugiadas ambientais.

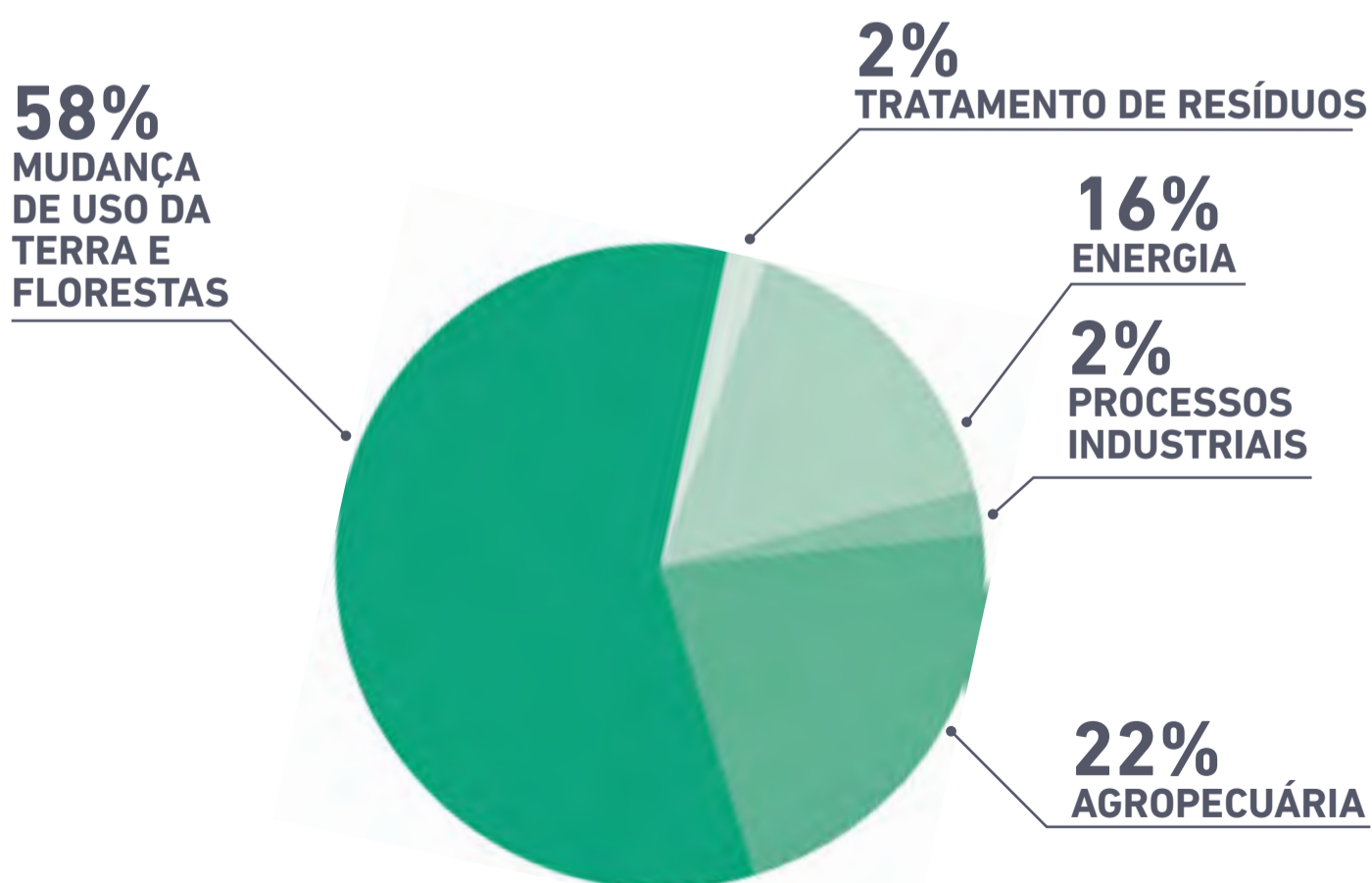
## EM RELAÇÃO A ALIMENTOS

Segundo relatório recente da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO)\*, enquanto mais de 800 milhões de pessoas no mundo passam fome, estima-se que mais de 1 bilhão de toneladas de alimentos viram lixo todos os anos. Fatos inadmissíveis. Desperdícios em grande escala de alimentos contrastam com uma população global, equivalente a quatro vezes a população brasileira, que não tem o que comer. Essas são causas da fome endêmica que grassa a humanidade.

Pode-se compreender que, para produzir esse gigantesco volume de lixo orgânico, os eternos dependentes – água e energia – foram usados sem economia. O nexos entre os três eixos permanece pressionado.

O estudo da FAO demonstra que 54% desse desperdício ocorre nas fases entre a produção e a armazenagem e, de forma mais intensa, em países em desenvolvimento. Por conseguinte, 46% da perda ocorre nas etapas de processamento, de distribuição e de consumo. Nota-se ser mais comum que isso ocorra em países de-

## EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA POR SETOR



envolvidos, que servem ao mercado alimentos praticamente prontos para consumo.

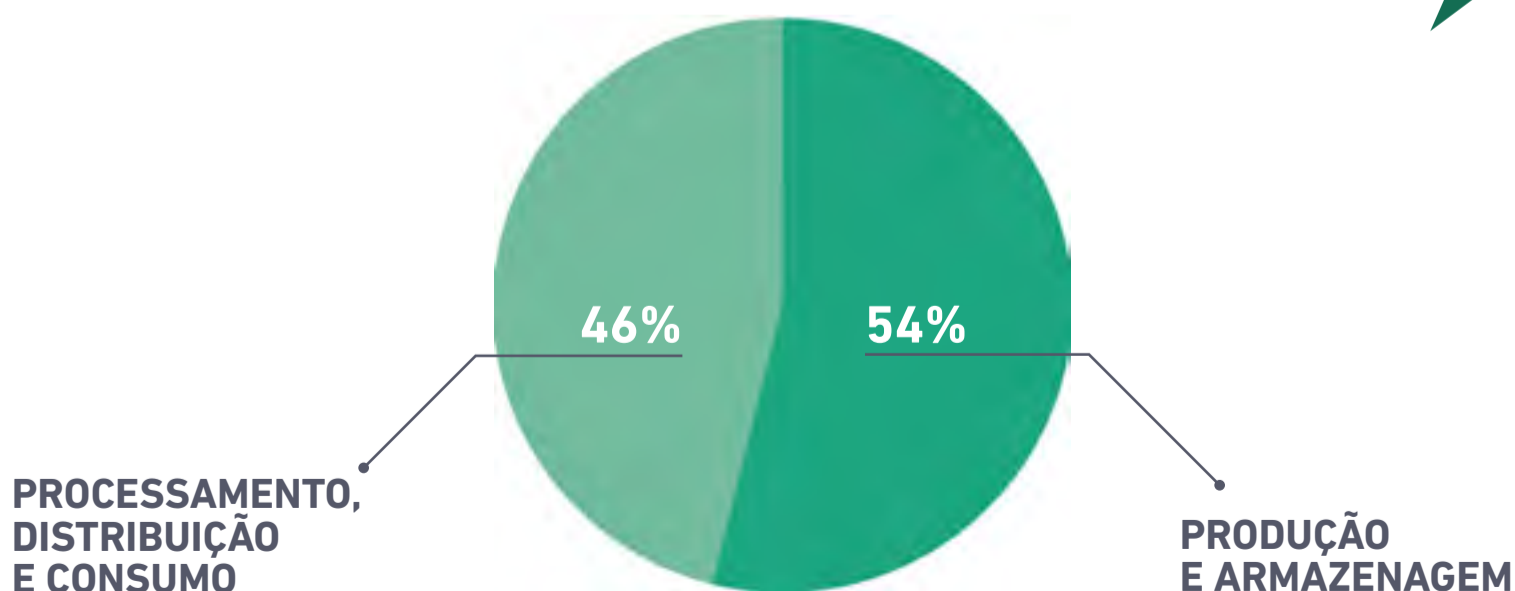
Somadas as perdas, o custo econômico do desperdício foi estimado em US\$ 750 bilhões por ano. Já os custos ambientais anuais estimados são a emissão de 3,3 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente e a utilização de 250 quilômetros cúbicos de água diretamente envolvidas na produção desses alimentos.

## EM RELAÇÃO A ENERGIA

Finalmente, a energia. A mais determinante invenção humana. Com ela fazemos tudo. Enxergamos a noite e em ambientes escuros. Deixamos de andar a pé e agora nos movemos muito mais rápido de uma aldeia para outra, de uma região para outra, de um país ao outro, de um continente a outro. Observando com um pouco mais de detalhes, pode-se perceber que a energia é, entre os três eixos, o que mais depende da intervenção humana.

Primeiro aprendemos a controlar e usar os elementos naturais – água, fogo, ar e terra – para com eles gerar energia e executar com máxima produtividade a maior parte dos trabalhos humanos. Após não conseguirmos mais dar conta de toda a demanda mundial, passamos a usar outras fontes, estas não renováveis, como carvão e petróleo. Resultantes de processos industriais, além de facilitarem a homogeneidade dos materiais e a sua exploração em grande escala, essas fontes apresentam também uma característica econômica

**1 BILHÃO DE TONELADAS DE ALIMENTOS  
SÃO DESPERDIÇADOS TODOS OS ANOS**



muito atraente para investidores, que é a possibilidade do controle econômico-financeiro concentrado dos empreendimentos.

Isso na geração, transmissão (transporte) e distribuição aos consumidores, constituindo vastas cadeias de suprimentos. E o mais importante: em perfeita harmonia com a lógica produtivista do modelo de desenvolvimento econômico utilizado. Porém, não se passaram nem dois séculos para que o modelo energético construído se apresentasse insustentável.

A geração de energia no mundo, seja combustível, seja elétrica, é de longe o setor econômico que mais gera gases do efeito estufa, a principal ameaça à vida no planeta.

Em informação recente, a ONG de pesquisa Global Footprint Network, que pesquisa pelo décimo ano a “pegada ambiental” de cada país e do mundo, ao avaliar o impacto do consumo humano sobre recursos naturais mostra que, para sustentar o atual padrão médio de consumo da humanidade – que aumenta a cada ano –, a Terra precisaria ter 50% a mais de recursos do que tem hoje.

## O MODELO ENERGÉTICO MUNDIAL É INSUSTENTÁVEL

### **CONSUMO EM EXCESSO**

Nesse quadro, onde o Japão consome 7,1 vezes mais recursos que sua disponibilidade, a Grã-Bretanha 3,5 vezes, a China 2,5 vezes e os Estados Unidos 1,5 vezes, o Brasil ainda tem uma situação privilegiada, pois oferece ao mundo mais recursos do que consome. Mas está reduzindo essa vantagem ano a ano. E certas regiões têm consumo superior à disponibilidade – como a cidade de São Paulo, 2,5 vezes maior.

Estudo da Universidade da ONU, apresentado na Conferência Rio+20, mostrou que o índice da China, por exemplo, passou de 422% para 37% e o do Brasil, de 37% para 13%, no período 1980/1998. Além desse crescimento, foi levado em conta a perda de recursos naturais. É preciso considerar também o que os economistas estão chamando de “crise global de finitude de recursos”.

Ainda segundo a Universidade da ONU, aumentar a produção de



## 1 BILHÃO DE TONELADAS DE ALIMENTOS SÃO DESPERDIÇADOS TODOS OS ANOS



CHINA

A China cresceu 422%.  
Mas, se forem  
descontadas as perdas  
de recursos naturais,  
o número cai para 37%



BRASIL

No caso  
do Brasil,  
de 38%, o  
PIB diminui  
para 13% de  
crescimento

**PARA AUMENTAR A  
PRODUÇÃO DE ALIMENTOS  
EM 50% ATÉ 2050 O PLANETA  
PRECISARÁ DE:**



alimentos em 50% até 2050 exigirá 45% mais de energia e 30% mais de água. Será preciso, portanto, maior eficiência na produção de energia; e recorrer, além da água, a outras fontes renováveis.

O domínio das fontes e as múltiplas aplicações da energia constituem a principal base infraestrutural de todo o progresso humano. É o eixo do desenvolvimento que atua intensamente sobre os dois outros, água e alimentos, e também é o único entre os eixos, que ainda apresenta alguma possibilidade de ser modificado e de ser bem mais adequado para promover melhor o equilíbrio e a sustentabilidade. Ao mesmo tempo em que isso ocorrer, estará se proporcionando um pouco mais de folga aos outros dois eixos mais críticos, principalmente ao da água, sempre ameaçado.

Parece óbvio, mas não é o que acontece em praticamente todo

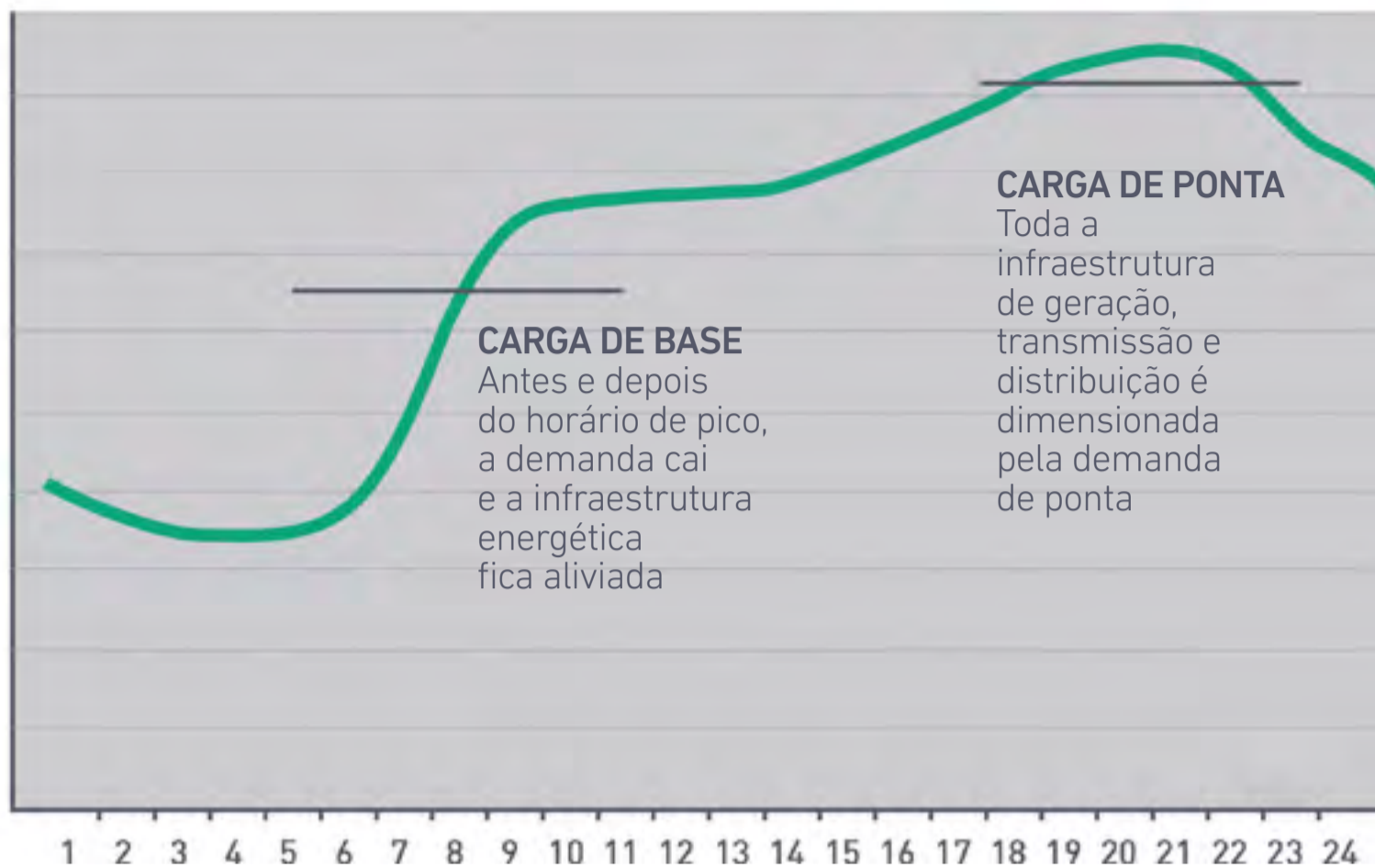
o mundo. O eixo energia é desenvolvido e usado pela humanidade com extrema eficiência sob o ponto de vista da energia, sendo a demanda mundial atendida, em grande parte, com a queima de combustíveis fósseis. Isso faz do setor energético a maior atividade emissora de gases do efeito estufa tanto para a mobilidade, no sub-setor de combustíveis, como no sub-setor da energia elétrica. Vem daí a necessidade de atuar sob o eixo energia visando aprimorar a sua eficiência, ao mesmo tempo em que se muda a matriz energética para o uso de fontes renováveis e limpas.

Um bom começo seria entender que os sistemas atuais de energia elétrica e combustível são dimensionados pela maior demanda, que ocorre nas horas de ponta, ou pico, quando todos procuramos abastecimento ao mesmo tempo. A ponta da demanda de energia elétrica funciona semelhante a uma garagem de ônibus urbano. Nos horários normais, os pátios ficam lotados de veículos, parados. Ao final do dia, às 18 horas, as garagens se esvaziam para atender a busca pelo transporte público. Toda a infraestrutura de geração, transmissão e distribuição é dimensionada pela demanda de ponta. No Brasil, é nessa hora que o consumo atinge os 500 TWh/ano. Antes ou depois deste horário, a demanda cai e a infraestrutura energética passa a ser aliviada, chegando a ser ociosa.

## **INVIABILIDADE**

Esse moto-contínuo da geração “correndo atrás da demanda” vem encontrando várias condicionantes limitantes. Em destaque os custos elevados de investimentos em infraestrutura energética, contra a necessidade de se manter a modicidade tarifária e os impactos ambientais incontestáveis provocados pelo uso de fontes fósseis e não renováveis, produzindo gases do efeito estufa. No mundo, o setor de geração de energia é o maior responsável pela produção desses gases, salvando-se, diga-se de passagem, algumas nações como o Brasil, o Paraguai e outras da América Latina, cujas matrizes energéticas são significativamente renováveis, pois são assentadas sobre recursos hídricos. Todavia, mesmo nesses países, os potenciais hídricos estão sendo utilizados no seu limite. A necessidade de expansão leva a geração a locais cada vez mais distantes dos centros de carga ou consumo, implicando em infraestrutura de

## SISTEMA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA



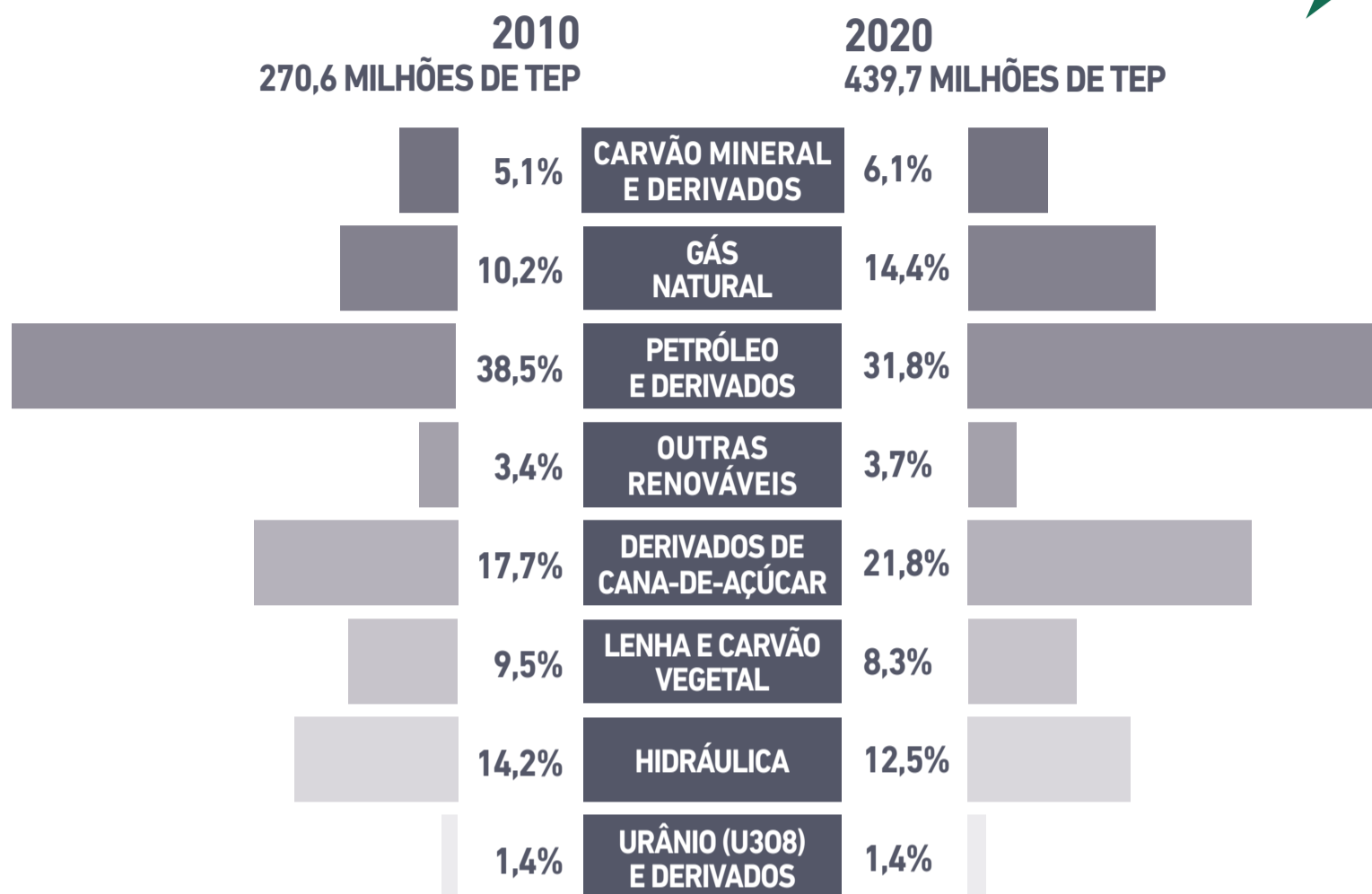
transmissão complexas e caras. Além, evidentemente, dos desperdícios de energia nas transmissões a longas distâncias.

Diante dessa crescente e inevitável escalada para a inviabilidade, é importante trazer ao tempo presente o questionamento sobre até quando disporemos de recursos naturais renováveis para gerar toda a energia elétrica e combustíveis que a nossa sociedade necessita para atender seu consumo desenfreado. Até quando poderemos manter uma demanda crescente pelo consumo inconsciente de energia?

Durante os apagões de 2001 e 2002, tivemos impactos seríssimos no desenvolvimento nacional e na vida cidadã. Faltou água nos reservatórios, e o sistema não estava planejado para uma situação dessas. A sociedade, no entanto, respondeu com uma incrível capacidade de dominar seu ímpeto de consumo energético e reduziu-o em 25%. Na época vivemos uma economia de guerra e demos resposta social a essa privação. Superadas as crises, voltamos a consumir como antes.

De lá para cá foi construído um espetacular sistema integrado de geração e transmissão de energia, com o objetivo de compensar

## MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA



as estações críticas que ocorrem alternadas no imenso território nacional. Contamos com cerca de 100 mil quilômetros de linhas de transmissão e cerca de 4,5 milhões de quilômetros de linhas de distribuição para fazer chegar energia nas casas e atividades econômicas consumidoras.

Hoje, ainda que tenhamos mobilizados apenas 30% do potencial hidráulico nacional, coadjuvado por outras fontes, começamos a sentir os limites de ordem econômica, social e ambiental, para prosseguir no atendimento à demanda desenfreada, a partir do mesmo conceito usado para o aumento da oferta interna de energia.

A EPE indicou, em seu planejamento plurianual recentemente publicado, que nos próximos 10 anos deveremos aumentar em 70% a disponibilidade interna de energia. Necessidade que encontra um cenário em que há dificuldades para manter limpa e renovável a nossa matriz energética, resta saber como a manteremos com as pressões pelo aumento tão significativo de demanda. As geradoras térmicas a carvão e a gás natural tem sido acionadas para se

assegurar o fornecimento complementar de energia, em algumas situações críticas de disponibilidade hídrica. Já se assumiu, de certa forma, que a matriz hidráulica – com alto grau de renovabilidade – deve ser comprometida em nome da segurança energética e garantia de oferta. Porém, por conta dos investimentos para tal, não conseguiremos manter a modicidade tarifária, que é outro valor que orienta nosso planejamento energético.

Vivemos em situação energética crítica. Mantidos os padrões atuais, os prognósticos são sombrios.

## **O PLANETA É FINITO**

Diante desse quadro, em que o sistema apenas arranha seus limites, porém com sinais inegáveis de que dias críticos nos esperam, não é difícil compreender que seremos forçados a rever nossos conceitos sobre o consumo de energia e que se esgota rapidamente o tempo necessário para a humanidade reverter esse quadro.

“Não há como esperar um desenvolvimento infinito em um planeta finito”, alertou Fritjof Capra, físico austríaco e escritor que desenvolve a promoção da educação ecológica. Em uma recente conferência no Brasil, Capra reforçou sua crença na importância do pensamento sistêmico, para que o homem ajuste o desenvolvimento à sustentabilidade. A visão sistêmica é um pouco mais complexa em ecossistemas tropicais diante da diversidade de eventos correlatos que ocorrem nas teias naturais (interdependência de todos e de tudo) – para usar mais um conceito de Capra. No entanto, os elementos naturais, bases da vida e exuberantes nos trópicos, trazem ricos potenciais em energia hídrica, eólica, solar e biomassa.

Ainda no mesmo evento, Capra afirmou: “Precisamos distinguir o bom do ruim para que os recursos naturais presos a processos ruins possam ser direcionados para os mais eficientes e sustentáveis”. E comentou: “O crescimento ruim é aquele que gera externalidades ambientais, econômicas e sociais, e o bom envolve processos produtivos mais eficientes, que usam energias renováveis, têm emissões zero, reciclam, restauram ecossistemas e apoiam as comunidades locais.”

Além de mobilizar as fontes naturais, teremos de olhar para a eficiência energética das nossas principais atividades, incorporan-

do as energias que hoje jogamos fora na forma de resíduos orgânicos, como o biogás. Teremos de aproveitar os regimes de ventos tropicais nos locais em que eles têm expressão, e a radiação solar nos trópicos. Temos 2,5 vezes mais eficiência de aproveitamento do sol do que os países europeus, usando nossos telhados para a geração fotovoltaica e térmica.

O que nos confere a possibilidade de planejarmos uma reação em curto prazo é justamente a disponibilidade de fontes renováveis que nos confere a viabilidade de harmonizarmos o sistema energético atual, com um outro sistema complementar. Faz-se necessário construir novos dispositivos energéticos para reforçar, de maneira integrada, o sistema atual e o outro complementar, sem que um concorra com o outro.

## AS NECESSÁRIAS MUDANÇAS NO CONCEITO DE ENERGIA

É equivocada, romântica e fora da realidade a crítica gratuita ao sistema atual. Assim como é equivocada a resistência do próprio sistema em admitir que temos necessidade de construir novos elos com um sistema complementar, que funcione e aproveite as fontes renováveis disponíveis.

O biogás é uma dessas fontes. Produzido com resíduos e efluentes orgânicos, é uma fonte renovável sistematicamente jogada fora, mesmo quando criado em serviços ambientais tecnicamente corretos, mas que desprezam a sua importância energética.

### **REEDUCAÇÃO ENERGÉTICA**

As relações de mercado entre o setor das energias e a sociedade não podem continuar a ser uma simples relação de fornecedor com consumidor, e ambos deveriam se dispor a se submeter a processos de reeducação para melhor relacionarem-se.

Definitivamente, o modelo de negócios de fornecimento de energia elétrica, ou combustível, não se sustenta em longo prazo, sendo o sistema fornecedor da energia mantido distanciado da massa de consumidores. Da mesma forma, a crítica é válida em sentido contrário, com os consumidores colocando-se passivamente como recep-

tores da energia, sem interagir com o setor que a gera e a distribui.

Em outras palavras, todos os modelos de negócios que se mantêm vigorosos são capazes de renovar-se a partir do reconhecimento de uma via de mão dupla entre fornecedor e consumidor. O modelo energético também precisa considerar esse princípio, para poder se viabilizar.

Na atualidade vivemos ainda os resquícios de um modelo que, na parte fornecedora, tem um espetacular acervo tecnológico, quadros técnicos e administrativos altamente qualificados e que mantém incontestável eficiência em geração, transmissão e distribuição de energia. Entretanto, na ponta de distribuição, estabelece um diálogo restrito com os consumidores, resumindo-se ao relacionamento “modelo SAC”, ou de um atendimento estritamente comercial. Os

## A UTOPIA DO MICROGERADOR SE CONCRETIZA NO BRASIL

consumidores apenas se manifestam em função do atendimento prestado pelas concessionárias. A rigor, não há, além de conselhos de alto nível, mecanismos para participação do consumidor nas decisões reais e cotidianas do setor.

Faça-se justiça ao Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – Procel, um programa do Governo, executado pela Eletrobrás, com objetivo de promover o uso racional de energia elétrica desde 1985. Trata-se de um conjunto de programas de eficiência energética exitosos, porém restritos à promoção e orientação da eficiência de insumos e equipamentos.

Ressalvadas e reconhecidas as boas *performances* dos modelos de inclusão da participação dos consumidores, na prática, não há via de comunicação para um relacionamento operacional, o que seria um nível de relacionamento em sincronia, com as atitudes dos consumidores relacionadas verdadeiramente com as instituições integrantes dos setores.

Em julho de 2013, o *Manual de Eficiência Energética - Aneel*, anuncia pela primeira vez a possibilidade de incluir nos projetos de eficiência energética, a microgeração até T1 MW. Certamente um

passo gigantesco para um modelo que, além de consumidor, tem como atividade gerar sua própria energia com fontes renováveis próprias. Essa abertura regulatória pode significar que o sistema navega para um modelo em que a participação dos consumidores se torna, gradativamente, mais ativa, o que poderia culminar com um programa de eficiência que promova um consumo consciente, com índices significativos de redução de demanda – quem sabe como os alcançados nos apagões de 2001 e 2002.

Seria necessário abdicar do conceito de que, quanto maior o consumo de energia, maior o volume de recursos comercializados e melhores os indicadores econômicos e de negócios do setor. Se é bom para o setor que isso ocorra, pois o beneficia como fornecedor, por outro lado pressiona o próprio setor a “correr atrás” de investimentos de infraestrutura, dimensionada sempre pelo maior consumo. Um risco significativo e permanente para o Governo, para as concessionárias e, principalmente, para a sociedade consumidora.

Não é difícil perceber que essa desejável mudança do padrão de negócios com energia só será possível a partir de gigantesco esforço de reeducação energética. E isso nos principais níveis envolvidos. Do cidadão consumidor, estimulado a mudar hábitos consumistas com relação à energia. E da área técnica especializada e dos próprios administradores e técnicos do sistema (tabela acima).

---

\* *Os Rastros do Desperdício de Alimentos: Impactos sobre os Recursos Naturais*, Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), agosto de 2013.



# NEGÓCIOS COM ENERGIA REQUISITOS TÉCNICOS

## O CRESCIMENTO SUSTENTÁVEL É POSSÍVEL, MAS REQUER UMA REEDUCAÇÃO ENERGÉTICA

---

- **CAPACITAÇÃO DE PROFISSIONAIS DE DIVERSAS FORMAÇÕES**, como projetistas, especialistas em operações e técnicos para supervisionar a instalação, manutenção e monitoramento das unidades geradoras.
- **CRIAÇÃO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA** e planejamento, com ênfase em bioenergia, gerada a partir da agricultura familiar.
- **AUMENTO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA** por meio do uso de biofertilizantes.
- **AMPLIAÇÃO DAS OPORTUNIDADES NA AGRICULTURA FAMILIAR** pela diversificação do portfólio de produtos agrícolas convencionais por meio do uso do biogás como fonte energética capaz de suprir as demandas adicionais.
- **MELHORIA DA QUALIDADE DE VIDA NAS PROPRIEDADES** pela redução de odores e insetos, contribuindo para a mitigação do êxodo rural.
- **APROXIMAÇÃO DAS OPERAÇÕES DA AGRICULTURA FAMILIAR** do desenvolvimento sustentável, por meio da autonomia energética, da conservação do solo e da água, e da sanidade animal.
- **ADIÇÃO DE VALOR NA RENDA DO AGRICULTOR**, com créditos de carbono e com a comercialização de biofertilizante e do excedente de energia produzida no condomínio.

# GERAÇÃO DISTRIBUÍDA DE ENERGIA

**G**eração distribuída é uma metodologia muito conhecida no setor elétrico, porém pouco utilizada na atualidade. Trata-se de gerar energia no local em que é consumida, ou próximo dele. Em outras palavras, é uma energia gerada pelo próprio consumidor. Seu produto, o biogás.

Por ser produzido em situação descentralizada, o biogás é absolutamente dependente da aceitação e da regulação da geração distribuída. Diga-se de passagem, são dependentes, dessa forma de gerar, praticamente todas as fontes renováveis em pequena escala. Atualmente, a produção dessa energia deixou de ser considerada desprezível. Isso sob o ponto de vista do gerador, e não do sistema.

Por essa razão, torna-se necessário entender como essa modalidade de geração pode progredir, assim como, conhecer quem tem interesse em sua inserção na matriz brasileira. Para compreender melhor, vale mergulhar um pouco na história.

Há 50 anos tínhamos um sistema essencialmente distribuído. As primeiras companhias de força e luz sustentaram as nossas primeiras demandas críticas por eletricidade – muitas dessas companhias deram origem às grandes empresas estatais de energia que operam atualmente. Em resposta ao possível primeiro apagão de proporções nacionais – que colocaria em cheque o embrião da moderna industrialização brasileira –, foi que surgiu um novo modelo de geração. Em 1963, entrou em operação a primeira unidade de geração hidrelétrica de Furnas, em Minas Gerais, planejada para suprir a demanda dos parques industriais do sudeste.

Foi então que o País teve a sua primeira experiência em geração centralizada de energia, quando abandonamos os sistemas descentralizados que existiam como fornecedores, controlando a ameaça do primeiro apagão de nossa história. No ano seguinte, o Regime Militar elegeu a Eletrobrás como gestora do sistema nacional de energia centralizado e passou a planejar a replicação da experiência de Furnas. Com o propósito de atender a explosão demográfica e industrial que se evidenciava, fez da Eletrobrás a instituição que viria a ter o controle acionário e político sobre as demais companhias energéticas estatais que se formariam seguindo esse modelo.

## **SISTEMA ATUAL**

Assim viemos de um sistema descentralizado para o centralizado sem contestação. Os grandes centros, como Rio de Janeiro e São Paulo, estavam dominados por empresas de energia estrangeiras, e as cidades do interior eram supridas por pequenas empresas nacionais de força e luz que, desorganizadas enquanto sistema fornecedor, não conseguiam se replanejar para se manter eficientes frente às demandas crescentes. Decretada a estatização do sistema, pesados investimentos foram realizados em geração, transmissão e distribuição construindo um excepcional sistema nacional de energia, funcionando para acompanhar a explosão da demanda.

Nos anos 1990, submetido a pressões internacionais, o governo brasileiro tentou iniciar um processo de privatização, sustentado por um discurso neoliberal calcado na ineficiência estatal. Esse processo só não foi mais intenso e lesivo à sociedade em razão da rápida capa-

## **A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA COM FONTES RENOVÁVEIS É UM VETOR DE DESENVOLVIMENTO LOCAL**

cidade de reação. A troca de mãos, ou de donos, contudo, não indicava necessariamente a troca de modelo, que se mantinha centralizado.

Por felicidade, percebendo o potencial de geração de energia expresso por uma das maiores disponibilidade hídricas do planeta, o regime optou pela hidreletricidade como fonte principal do sistema. Com isso, edificou-se o que até hoje é um valor nacional, ainda que não incorporado totalmente ao produto interno brasileiro: a matriz elétrica com 86% de energia renovável.

## **A NECESSÁRIA DESCENTRALIZAÇÃO DO SISTEMA**

A Geração Distribuída (GD) de energia elétrica com fontes renováveis pode se constituir, no Brasil, em um vetor de Desenvolvimento Econômico Local, promovendo além da descentralização da geração, também a descentralização do desenvolvimento e ampliação do acesso à energia. É possível acreditar nesse caminho. Essa modalidade de geração próxima ao consumo mobiliza ativos energéti-

cos renováveis disponíveis e oferece energia de forma relacionada com a eficiência energética e com a sustentabilidade das atividades econômicas e sociais existentes nos diferentes territórios (locais e regionais). Adotando-a, a sociedade brasileira passará a aproveitar fontes disponíveis de energia, cujo desperdício atual é injustificável. E isso pode ser realizado de maneira complementar – e não conflitante – com o sistema elétrico atual.

No entanto, há reações negativas em relação à GD, no âmbito de subsetores do setor elétrico. Isso ocorre com base em conceitos equivocados sobre o tema. Sendo o principal deles, relacionando GD com o caos no planejamento de geração, devido a expectativa de efeitos negativos provocados por conexões aleatórias e desordenadas. Invoca-se também as questões de segurança das redes e principalmente a falsa expectativa de que GD só se viabiliza com subsídios.

No fundo, essas reações tem origem em questões reais. São elas:

- 
- ❶ A expectativa de aumento de serviços

---

  - ❷ A necessidade de se construir novos mecanismos de avaliação e homologação e monitoramento de projetos

---

  - ❸ O fato de que microgeradores pulverizados nos espaços territoriais não interessam aos grandes empreendedores

---

Por outro lado a descentralização interessa sobremaneira a outros setores econômicos, como os eletrointensivos e ainda as indústrias, comércios e serviços integrados às várias cadeias de suprimentos para gerações e aplicações energéticas.

Ou seja, a GD descortina possibilidades de fortalecimento econômico real, para novos segmentos. O tradicional capital financeiro especulativo busca oportunidades produtivas, o que implica em atrair investimentos junto ao capital privado, sem comprometer a estrutura econômica atual do setor.

As condições específicas brasileiras constituem diferenciais competitivos para a eficiência de geração com fontes renováveis em todas as suas aplicações. O Brasil tem a terceira maior disponibilidade hídrica do mundo, intensidade no regime de ventos, um índice

médio de irradiação solar 2,5 vezes maior do que a do Hemisfério Norte e a biodiversidade dez vezes mais intensa para degradação de matéria orgânica, residual ou produzida.

A GD abre oportunidades de emprego para profissionais além dos de alto nível de formação, como os empregados do setor elétrico, para outros profissionais de nível superior e médio, como gestores de sistemas de GD, microssistemas de geração e eficiência energética. Proporciona, de forma transversal, oportunidades para profissionais em sustentabilidade e desenvolvimento econômico.

A questão da lentidão da absorção da GD no Brasil, diferente do que aquela que já ocorre em outros lugares do mundo moderno, não está relacionada com desenvolvimento tecnológico, que é totalmente disponível pela indústria de base nacional, mas pela falta de regulação e de políticas públicas.

### **ENERGIA FIRME X EXTERNALIDADES POSITIVAS**

A Política Energética Brasileira, assim como todas as políticas energéticas mundiais, atende as demandas de energia segundo o conceito de energia firme. Ou seja, energia com maior quantidade, melhor qualidade, menor preço tarifário e máxima estabilidade possível. Isso define uma opção por sistemas de geração centralizados, com grandes empreendimentos de alta tecnologia aplicada, como é o caso do modelo brasileiro atual, baseado nas hidrelétricas e termelétricas de grande porte. Inclui a energia nuclear, desconsiderando-se os riscos e os efeitos negativos que estas possam proporcionar. Por ser a geração centralizada a infraestrutura deve se completar com a transmissão e a distribuição de energia. Tudo dimensionado no atacado, para garantir a universalização do acesso, a modicidade tarifária e a segurança energética. Esse modelo é realmente estratégico, para qualquer país, pois garante confiança, acessibilidade e estabilidade aos sistemas.

Por outro lado, um sistema complementar ao convencional, com microgeradores em geração distribuída, não se orienta pelos mesmos critérios que justificam a centralização. Ao contrário, cultiva critérios que levam à descentralização. Primeiro, o sistema sendo complementar, supõe-se que seja sincronizado e operando em paralelo com o sistema convencional e nunca desconectado des-

se. Portanto, é um sistema com responsabilidade relativa, ou quase nula, de oferecer energia firme. Em tese, pode-se permitir, que no sistema complementar ocorram paradas motivadas por qualquer razão, uma vez que sua ausência seria imediatamente compensada pelo sistema convencional ao qual está sincronizado – condição necessária para viabilizar microgeradores.

O sistema descentralizado é dimensionado pelo varejo, ou seja, pela necessidade específica da carga a ser suprida. Diferente do sistema centralizado, que é dimensionado pela universalização da energia gerada.

A segurança energética é também um valor estratégico de um sistema descentralizado, porém com foco na segurança da carga a ser suprida. E finalmente, a modicidade tarifária em sistema de geração distribuída, em função dos impactos econômicos da pequena escala, traduz-se em serviços da energia, proporcionado às atividades que

## O SISTEMA DESCENTRALIZADO É DIMENSIONADO PELO VAREJO, OU SEJA, PELA NECESSIDADE ESPECÍFICA DA CARGA

determinam a carga a ser suprida. A isso denomina-se externalidades positivas, que podem ser de natureza ambiental, econômica e social. Portanto, enquanto o sistema convencional é medido em unidades de energia (kW/hora e seus múltiplos), o sistema descentralizado é mensurado pelas mesmas unidades de energia, porém acrescidas as externalidades. O pagamento da energia é de responsabilidade pública do consumidor e o pagamento pelas externalidades é de responsabilidade exclusiva da atividade consumidora da energia. Se essa condição for entendida e atendida, não há necessidade nenhuma de subsidiar a energia em geração distribuída, porque subsidiar seria simplesmente incorporar as externalidades positivas às tarifas e compartilhar esses encargos com a sociedade consumidora, tal como se constata nas tarifas feed-in utilizadas mundo afora.

## **A ANEEL**

A Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) foi criada pela Lei 9.427 de 1996, com a finalidade de regular e fiscalizar o serviço de energia elétrica no Brasil. Ela sucedeu ao órgão de administração pública federal então responsável por este papel, o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE, vinculado ao Ministério de Minas e Energia. É evidente que a Aneel, apesar das valiosas contribuições dadas ao sistema nacional, estabelecendo referências, critérios e padrões energéticos para garantir a operação do sistema integrado, é resultado da correlação de forças que atuam sobre ela e, por isso, tende a expressar e resguardar o sistema vigente, através da regulação, reforçando o caráter centralizador em nome da manutenção da sua eficiência. Diante disso, ainda caberia ao Ministério de Minas e Energia estabelecer políticas públicas que procurassem manter a qualidade permanente do sistema, mesmo que estas exigissem medidas aparentemente antagônicas aos interesses do mesmo sistema que o sustenta, como a necessária mobilização das outras fontes de entes renováveis disponíveis no País.

Foi assim que, em um primeiro momento, se iniciou o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) pelo decreto nº 5.025 de 2004. O programa foi criado com o objetivo de aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos concebidos com base em fontes eólica, biomassa e de pequenas centrais hidrelétricas (PCH's), integradas ao Sistema Elétrico Interligado Nacional (SIN). De acordo com a lei n.º 11.943, de 28 de maio de 2009, o prazo para o início de funcionamento desses empreendimentos encerrou-se em 30 de dezembro de 2010.

## **OPORTUNIDADES**

Em termos de conexão da energia produzida por outros agentes e demais fontes não convencionais, a principal função do Proinfa foi estabelecer que as conexões de energia gerada nas fontes incentivadas seriam realizadas em subestações de transmissão. Distante, portanto, do sistema mais capilar de distribuição. Com isso, oferecendo mais oportunidades para conexões. Para se ter uma ideia de grandeza dessa rede, o sistema brasileiro de transmissão mede aproximadamente 110 mil quilômetros, enquanto o de distribuição



cerca de 4,5 milhões de quilômetros. Em suma, a distribuição oferece 45 vezes mais oportunidades para a conexão de geradores, principalmente os de míni, micro e pequenas escalas e portes.

Assim o Proinfa limitava a localização das novas fontes aos locais relativamente próximos das subestações de transmissão, coerente com os objetivos do programa nacional, porém excludente em relação a fontes de pequena escala. A inviabilidade se daria pela necessidade de uma linha de transmissão própria até o ponto de conexão, obra geralmente mais cara do que os próprios empreendimentos.

A capilaridade das redes de distribuição, agora acessíveis em razão da regulação da geração distribuída, praticamente assegura a possibilidade de gerar energia elétrica e de fornecê-la ao sistema, para as atividades produtoras de animais, industriais, ou de subsistência, garantindo a comercialização dessa energia, o que se

## A REDE DE DISTRIBUIÇÃO TEM 4,5 MILHÕES DE QUILOMETROS, UMA OPORTUNIDADE PARA A CONEXÃO DE GERADORES

constitui no passo fundamental para o acesso aos benefícios econômicos da energia do biogás.

Enquanto o prazo de implantação do Proinfa decorreu, intensificaram-se as solicitações para conexões no sistema de distribuição, o que justificou a ramificação necessária para viabilizar a geração em pequena escala.

### **GERAÇÃO DISTRIBUÍDA**

No entanto, a geração distribuída cria uma nova dimensão no setor da energia, pois se realiza no varejo, de forma complementar ao modelo da grande escala. De acordo com pesquisadores e autoridades do sistema, a geração de energia elétrica junto à carga proporciona a sustentabilidade econômica e ambiental de atividades estratégicas, assim como a geração de alimentos e ainda:

- 
- ① A utilização do rejeito térmico

---

  - ② Aumento da eficiência global do sistema

---

  - ③ Redução das perdas

---

  - ④ Custos de transmissão e distribuição são eliminados

---

Dados do MME indicam ainda que 15% de toda a eletricidade gerada no País é perdida, principalmente, na distribuição. Estima-se que a redução de 10% dessa perda equivaleria à produção de uma usina hidrelétrica do porte de uma das usinas do Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira, em Porto Velho, Rondônia.

Ainda, o conceito de geração distribuída inclui sistemas de proteção, comunicação, controle, telecomando e medição que contribuem para uma maior integração e uso otimizado de geradores e cargas para a prestação de serviços com valor econômico. Essas seriam algumas das vantagens da geração distribuída.

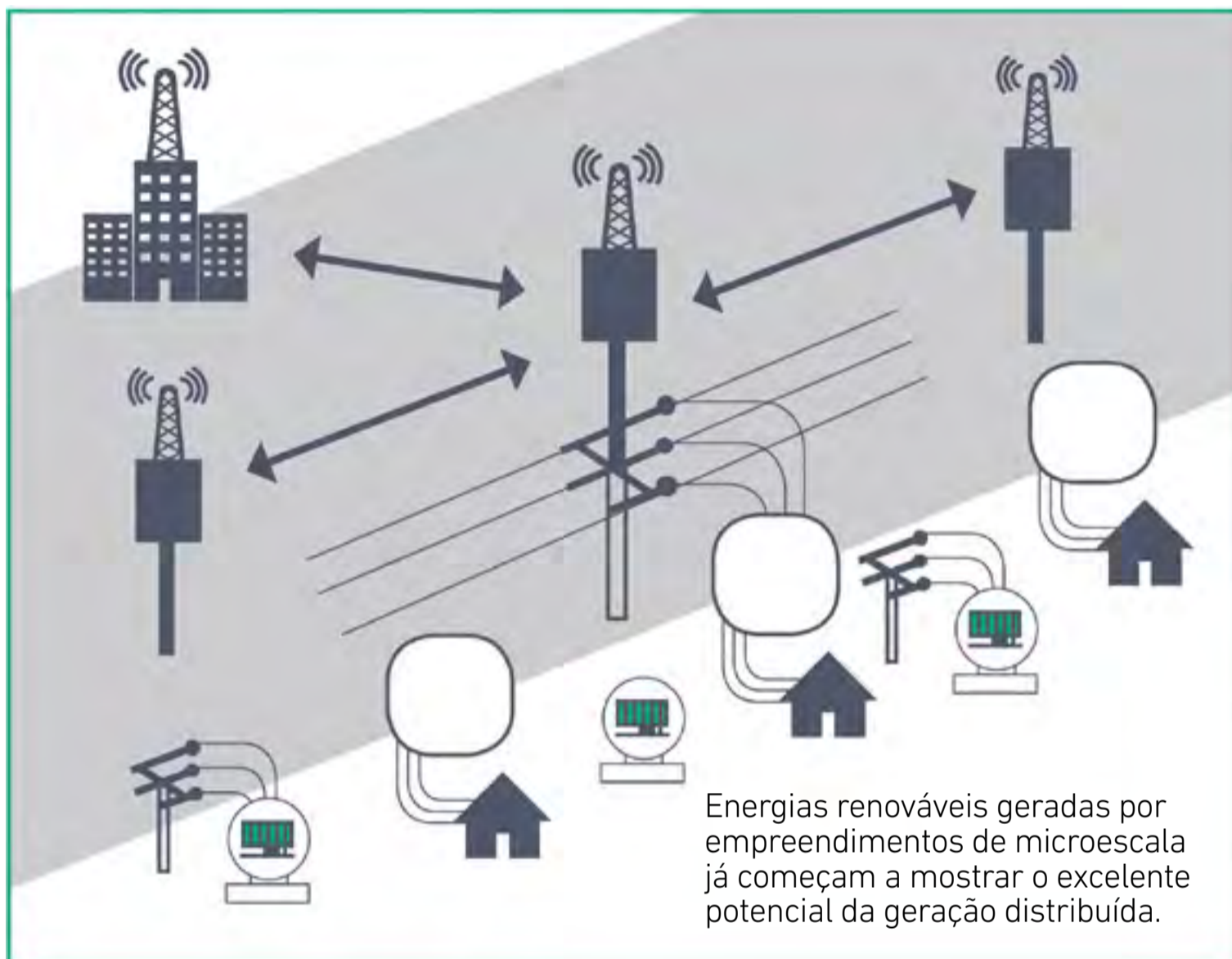
O primeiro documento oficial do governo federal, específico sobre geração distribuída foi o decreto 5.163/04, publicado pelo presidente Luís Inácio “Lula” da Silva, e que teve origem no Ministério de Minas e Energia, liderado pela então ministra Dilma Rousseff. O decreto determinava que a Aneel a regulamentasse, para que pudesse entrar em vigor.

Em 2006, por um convênio de cooperação técnica entre a ITAIPU Binacional e a Copel, foram implantadas no oeste do Paraná oito unidades de demonstração em escalas reais, desde uma de pequeno produtor de suínos até um abatedouro com capacidade para o abate de 200 mil aves/dia. Todas com biogás, motogeradores e geração distribuída.

Os investimentos foram feitos pela área de Pesquisa e Desenvolvimento da ITAIPU, pela Finep e por proprietários interessados em fazer parte desse programa demonstrativo. Participaram do programa os parceiros sr. José Carlos Colombari, a Cooperativa Lar de Medianeira/PR e a Granja Starmilk, da cidade de Vera Cruz do Oeste.

As instalações serviram para a Copel realizar diversos estudos acerca dos impactos que minigeradores conectados às redes de distribuição poderiam causar a si próprios, aos seus vizinhos e às redes

## ABASTECIMENTO DOS CENTROS DE CARGA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA



em si. As conclusões desse estudo levaram à homologação de um painel de comando que garantiria a sincronia entre os microgeradores e as redes, significando que com qualquer oscilação na corrente da rede, os motogeradores eram desligados em milissegundos. A qualidade da energia gerada era comparada com a fornecida na rede.

Nessas unidades de demonstração foi observado que, em média, os parceiros disponibilizavam 50% da energia produzida para venda com a conexão. Aos poucos, verificou-se um aumento na intensidade elétrica das propriedades, gerando oportunidades para outros trabalhos – o que significou a redução da disponibilidade de energia para a venda à concessionária. Ou seja, a tendência dos parceiros foi de aumentar os serviços da energia (externalidades) e não aumentar a quantidade de energia vendida à concessionária.

Esse fato, além de confirmar a necessidade da oficialização da geração distribuída, mostra com clareza que esse tipo de geração não necessita ser estimulada com subsídios tarifários, mas precisa de um sistema regulatório que a valorize. O fato de estar conectada à rede permite a identificação do microgerador e o oficializa como um ente operacional do sistema.

## **CRITÉRIOS DE COMPRA**

No Brasil, por uma Resolução Normativa específica, a Aneel homologou a modalidade de geração de energia por microgeradores selecionados e que foram então conectados à rede, estabelecendo os critérios para que isso ocorresse, o que motivou a contratação da compra da energia gerada pelos integrantes do projeto.

Desde o decreto 5163/04, várias resoluções normativas foram publicadas pela Agência, culminando na resolução normativa 482

## **O SISTEMA NAVEGA PARA UM MODELO COM UMA PARTICIPAÇÃO MAIS ATIVA DOS CONSUMIDORES**

de abril de 2012. A Aneel levou oito anos para cumprir o que lhe fora determinado pelo decreto. A RN 482/12 determinou que as conexões em rede de distribuição da energia gerada por míni e microgeradores deveriam ser feitas em regime de compensação, ou balanço de energia (*net metering*). O que isso significa? Que um consumidor pode instalar um painel solar no teto de sua residência, sendo a energia gerada conectada sob critérios técnicos e contabilizada pela concessionária. Comparada ao fim do mês as quantidades de energia gerada e energia consumida pela mesma conta, se o resultado for positivo para o microgerador, o mesmo poderia abater até totalmente o componente energia da sua conta. Caso contrário pagaria a diferença. Os créditos acumulados, se houver, perdem a validade após 3 anos do balanço realizado.

É preciso reconhecer que a RN 482/2013 foi o primeiro passo concreto dado pelo Brasil para permitir ligações em GD. Um passo impor-

tante que aproxima o País de outras nações que já dispõem da possibilidade de participar ativamente dos sistemas oficiais de energia.

No entanto, decorridos um ano da vigência da resolução, somente dois projetos foram aceitos e estão em funcionamento no Brasil, o que demonstra não só a complexidade do sistema *net metering*, mas também a dificuldade que as concessionárias encontraram para admitir as conexões em suas redes.

O recente *Manual de Eficiência Energética - Aneel* inclui para os projetos de eficiência energética a possibilidade de microgeração de até 1 MW. Um passo gigantesco para um modelo que, além de consumidor, tem como atividade gerar sua própria energia com fontes renováveis próprias. Parece não haver dúvidas de que o aproveitamento de fontes disponíveis nos processos de produção e em suas proximidades é uma ação de eficiência energética.

Essa abertura regulatória pode significar que o sistema navega

## HAVERÁ UM DIA EM QUE O SISTEMA OFICIAL CONTARÁ COM O SISTEMA COMPLEMENTAR DISTRIBUÍDO

para um modelo em que a participação dos consumidores se torne gradativamente mais ativa. O que poderia culminar com um programa de eficiência que promova realmente um consumo consciente, com índices significativos de redução, quem sabe como os alcançados nos apagões do início dos anos 2000.

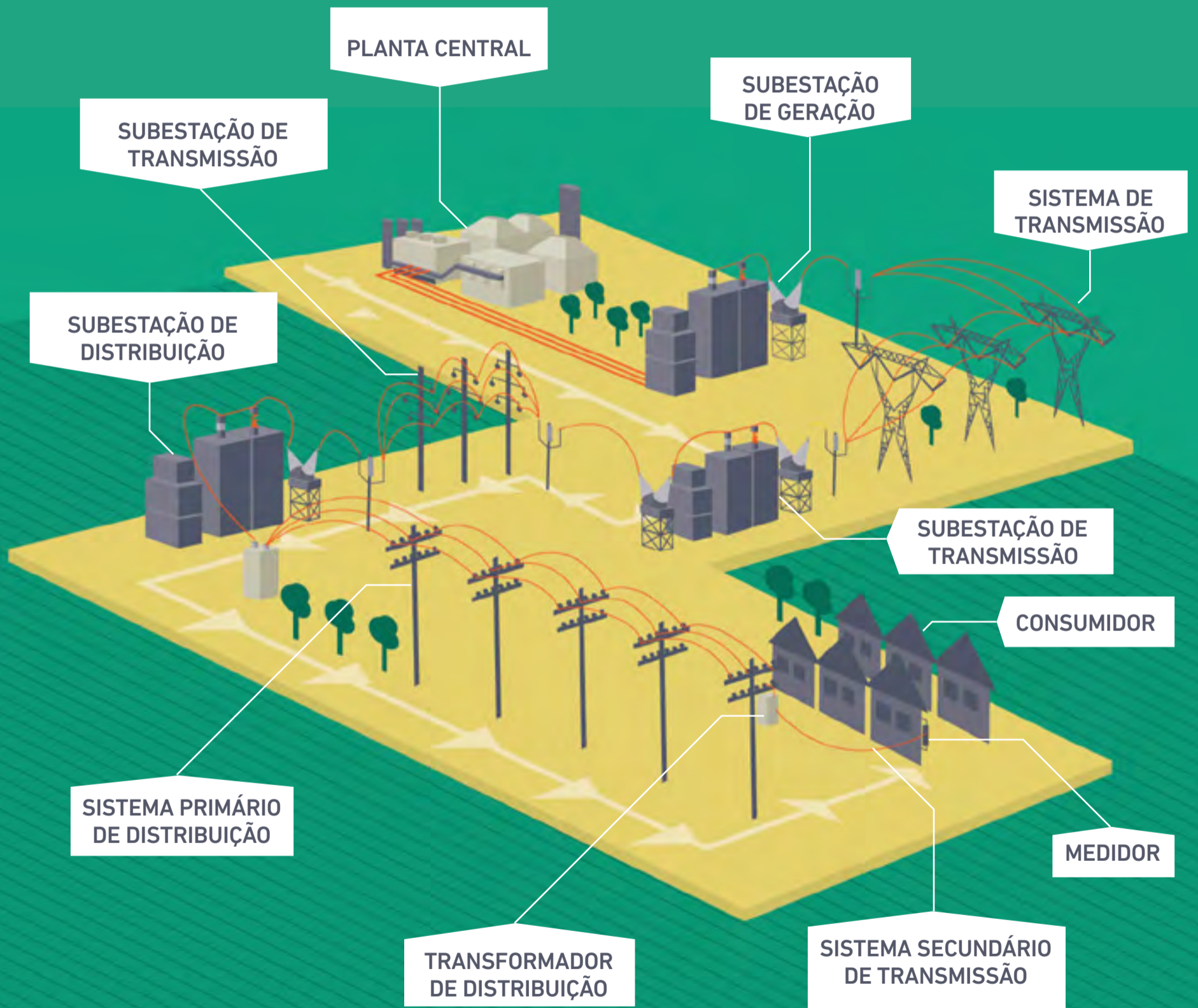
### **TRIBUTOS**

Para tornar ainda mais complexo o que já é difícil, em junho de 2013 o Governo do Estado de São Paulo encontrou no sistema *net metering* um fato gerador de ICMS e enquadrou no regime tributário estadual a energia gerada em GD. O balanço pretendido ficou agravado pela incidência do tributo, o que desmotivou mais ainda os candidatos a geradores.

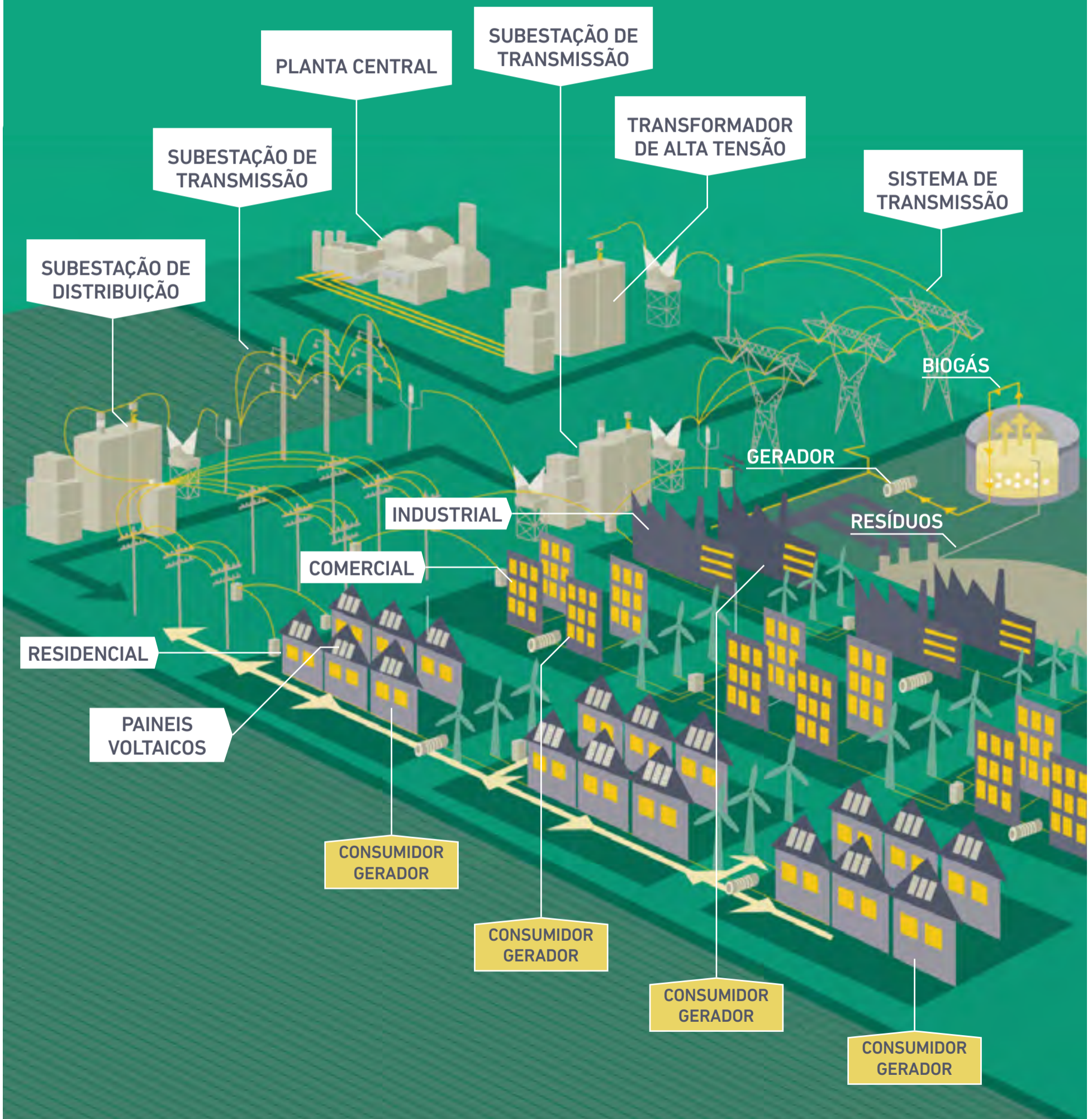
Por outro lado, a norma técnica NBR ISO 50.001/2011, que trata da Gestão da Energia, forma com os documentos anteriormente citados um conjunto de critérios capazes de suprir todas as necessi-

# GERAÇÃO CONVENCIONAL

## COMO A ENERGIA CHEGA A VOCÊ HOJE



# GERAÇÃO DISTRIBUÍDA COMPLEMENTAR À GERAÇÃO CONVENCIONAL



dades do gestor, para formular boas propostas de energias renováveis, em geração distribuída relacionada com eficiência energética.

### **UTOPIA POSSÍVEL E UMA REVOLUÇÃO A CAMINHO**

A indústria de suprimentos, a comunidade técnica e os próprios geradores que se beneficiariam intensamente com a geração distribuída aguardam os desdobramentos normativos, até que esses determinem condições seguras para investir. Observando essa evolução, embora lenta, haverá um dia em que o sistema oficial contará com o sistema complementar distribuído, até mesmo para a sua própria segurança energética. Assim, as instâncias políticas que administram o setor terão compensado as limitações típicas dos sistemas centralizados nos quais a energia tem uma só direção, convocando o capital nacional de pequena escala para investimentos em energia. Os municípios com fontes renováveis identificadas, podendo conectá-las às redes, experimentarão um novo desenvolvimento descentralizado.

Essa utopia de ver minigeradores complementando os sistemas oficiais não está longe de se concretizar no Brasil. O setor das telecomunicações já experimenta vantagens muito similares às obtidas com a geração distribuída de Energia Elétrica, a partir da entrada de equipamentos móveis celulares, em complementação às redes constituídas pelos antigos telefones fixos.

Na compreensão da maioria dos estudiosos das energias renováveis, a Geração Distribuída pode proporcionar as esperadas mudanças estratégicas que o setor procura para renovar-se.

A Geração Distribuída tem tudo para desencadear a revolução esperada e necessária para harmonizar oferta e demanda, sem ser preciso abdicar dos critérios econômicos, sociais e ambientais que remetem às dificuldades apresentadas no presente e que comprometem o futuro.



AGROENERGIA  
PARA A ECONOMIA  
RURAL SUSTENTÁVEL

Energia é um insumo da produção rural, indispensável para realizar os trabalhos humanos com produtividade. Plantar, cultivar, colher. Armazenar, preparar e transformar em alimentos. A sequência de operações da produção seria inviável se não fosse possível realizá-la com energia elétrica e combustível. A elétrica está presente no acionamento de máquinas e motores; e a combustível na mobilidade rural em geral, desde tratores em operação até os caminhões que movimentam os produtos entre os estágios da produção.

No mundo, a paisagem rural apresenta novas silhuetas, além daquelas tradicionais, das árvores, dos bois, dos tratores rasgando os solos. Aqui e ali, por todos os lugares, gigantescas figuras se levantam no horizonte. São grupos de aerogeradores com suas enormes pás rodando pelo sopro dos ventos. Os telhados não são mais de telhas de argila ou ardósia, mas cobertos de painéis solares fotovoltaicos. Alta tecnologia em geração de energia mudando a paisagem dos territórios rurais. A geração de energia amplia a vocação rural, originalmente voltada para a produção de alimentos e que, de forma gradativa, encontra essa nova vocação, baseada no melhor uso das terras. Os estoques existentes no meio rural representam uma reserva importante para a geração de energia. Não seria exagero afirmar, que está no campo, nos espaços rurais e em seus recursos naturais renováveis a saída para o atendimento das necessidades energéticas do futuro.

No Brasil, os espaços territoriais são um convite aberto para a economia rural entrar no mundo das energias e com elas encontrar uma nova perspectiva econômica e a sustentabilidade. Logo veremos os espaços invadidos por parques eólicos ou solares e também biorrefinarias utilizando biomassas com alta eficiência, instaladas em propriedades rurais. Seus donos poderão, de forma individual ou por meio de associações, incluir a energia na sua lista de negócios. Tanto pelo interesse econômico direto, como pela necessidade imperiosa de contar com a energia para a sustentabilidade de suas atividades.

O fato é que os espaços e propriedades rurais vão incorporando as novas dimensões econômicas, independentemente de encontrarem-se em terras de difícil aproveitamento, como no bioma da caatinga, no Nordeste, ou em terras de alta produtividade, no Sul e no Centro-Oeste.

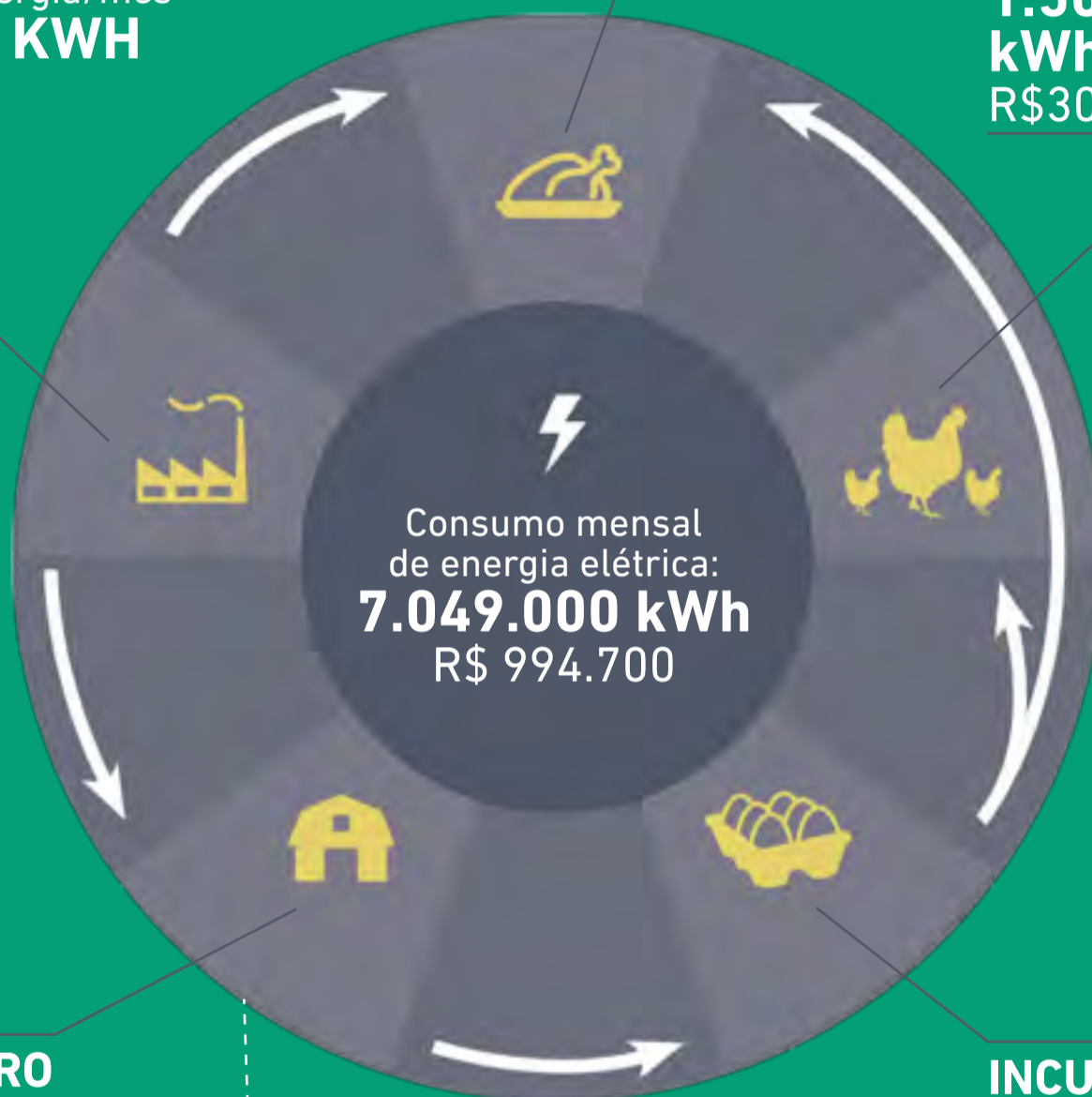
# CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

## AGRONEGÓCIO – 160.000 AVES/DIA

**FÁBRICA DE RAÇÃO,**  
Consumo energia/mês  
**279.000 KWh**  
R\$56.000

**FIGRORÍFICO**  
Consumo energia/mês  
**4.900.000 kWh**  
R\$575.000

**AVIÁRIOS, 502 UD**  
Consumo energia/mês  
**1.501.000 kWh**  
R\$301.200



**MATRIZEIRO**  
- 336.000 aves  
Consumo energia/mês  
**162.000 kWh**  
R\$32.500

**INCUBATÓRIO**  
Consumo energia/mês  
**207.000 kWh**  
R\$30.000



**CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA ANUAL**  
**84.588.000 kWh**  
R\$ 11.936.400

Outro fator que colabora fortemente para isso são as condições climáticas brasileiras, com sol, ventos e chuvas ocorrendo de forma exuberante. Isso proporciona, se solicitados a gerar energias, mais eficiência energética do que em outros lugares. Temos a terceira maior disponibilidade hídrica do planeta, com cerca de 12% da água livre, que nos proporciona a matriz elétrica mais limpa do mundo (EPE, 2010). Temos também 2,5 vezes mais irradiação solar do que a Alemanha, berço da energia solar fotovoltaica. Os ventos alíseos do nordeste e os polares do sul são mais intensos e mais estáveis do que os ventos do Mar do Norte, os melhores da Europa para a energia eólica.

Mais um elemento relevante e correlato com as possibilidades de geração de energia é a biodiversidade do Brasil: mais de 250 espécies de vegetais superiores só no bioma Serrado Mar. E isso tudo, absolutamente disponível, ganha prioridade em relação às demais fontes que compõem uma matriz energética renovável e própria do setor rural, a agroenergia.

## A ALTA TECNOLOGIA EM GERAÇÃO DE ENERGIA AOS POUCOS MUDA A PAISAGEM DOS TERRITÓRIOS RURAIS

O setor sucroalcooleiro é a principal referência em agroenergia. Há algumas décadas escolheu a geração de energia para dar destino a um dos seus excedentes da produção, o bagaço da cana. Atingiu uma escala de 140 milhões de toneladas/ano de bagaço aplicado como fonte. Fez isso com tal eficiência que a energia elétrica gerada integra a matriz energética, marcando 15,7% da oferta interna de energia no Brasil (EPE, 2012). Espera-se que o setor logo incorpore a biodigestão anaeróbia da vinhaça e outros resíduos para produzir energia, indo além da queima do bagaço, que, ao que tudo indica, será utilizado para produzir etanol de segunda geração.

Nos sistemas de produção de alimentos o potencial se repete. Para se ter uma noção de grandeza, observou-se uma integração estruturada em escala real para o abate de aves (*veja os gráficos das páginas 116 e 119*). É organizada em cin-

co setores: na ponta da cadeia produtiva está o abatedouro de 160 mil aves/dia. Na base, um matrizeiro com 330 mil poedeiras. Deste matrizeiro sai a produção diária de ovos, que vai para um incubatório, onde os ovos são chocados com energia elétrica. Do incubatório saem os pintos de um dia que vão para 502 aviários integrados. Ao final desse ciclo, as aves saem dos aviários para o abatedouro.

Para alimentar os processos matrizeiro e aviários há uma fábrica de ração. Considerando somente o consumo de energia elétrica e de diesel, sem contar a lenha e o GLP, a integração tem as demandas mostradas na tabela acima.

Em 12 meses esta integração gasta R\$ 11.936.400 para pagar 84.588.000 kWh/ano de energia elétrica. E mais R\$ 8.006.556 em 3.656.400 litros/ano de óleo diesel. Algo em torno de R\$ 20 milhões de reais por ano. Capital drenado desta pequena integração, para os setores da energia. O paradoxal é que a integração poderia gerar toda a energia necessária com seus próprios recursos, se usasse os agroenergéticos disponíveis em seu território, a começar pelos próprios resíduos e efluentes. A projeção desse estudo sobre os dados da produção avícola nacional é assustadora.

## PREMISSAS

Algumas premissas são essenciais para organizar modelos de negócios com agroenergia. São temas transversais comuns a todos os produtos agroenergéticos e estabelecem critérios preferenciais

COMPONENTE	ENERGIA ELÉTRICA	CUSTO (R\$/Kwh/mês)	ÓLEO DIESEL (litros/mês)	CUSTO (R\$litros/mês)
ABATEDOURO	4.900.000	575.000	152.000	332.800
MATRIZEIRO	162.000	32.500	23.500	51.465
INCUBATÓRIO	207.000	30.000	6.000	13.140
AVIÁRIOS	1.501.000	301.200	50.700	111.033
FÁBRICA DE RAÇÃO	279.000	56.000	72.500	158.775
<b>TOTAL</b>	<b>7.049.000</b>	<b>994.700</b>	<b>304.700</b>	<b>667.213</b>

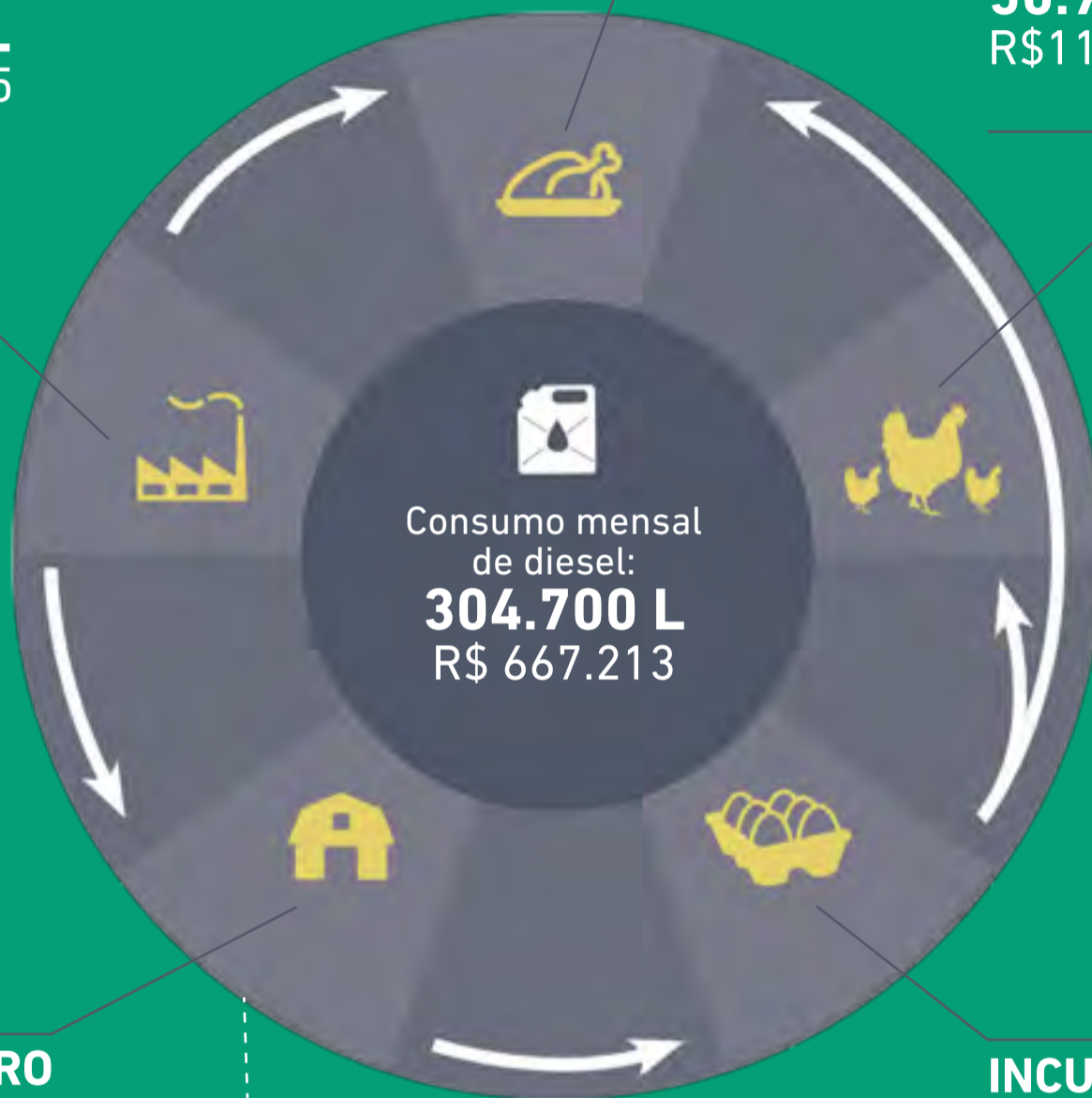
# CONSUMO DE DIESEL

AGRONEGÓCIO – 160.000 AVES/DIA

**FÁBRICA DE RAÇÃO,**  
Consumo diesel/mês  
**72.500 L**  
R\$158.775

**FIGRORÍFICO**  
Consumo diesel/mês  
**152.000 L**  
R\$332.880

**AVIÁRIOS, 502 UD**  
Consumo diesel/mês  
**50.700 L**  
R\$111.033



**MATRIZEIRO**  
- 336.000 aves  
Consumo diesel/mês  
**23.500 L**  
R\$51.465

**INCUBATÓRIO**  
Consumo diesel/mês  
**6.000 L**  
R\$13.140



**CONSUMO DIESEL ANUAL**  
**3.656.400 L**  
R\$ 8.006.556

para se obter deles o melhor desempenho energético, econômico e ambiental possível para o produtor e para o desenvolvimento local.

---

## **① Políticas agroenergéticas**

O biogás (em metros cúbicos), a lenha (em metros estéreos), o biodiesel (em metros cúbicos ou litros) e as algas (em quilos ou toneladas) são produtos energéticos que precisam ser reconhecidos como tal e assim submetidos a políticas públicas e regulações. Tudo compatível com seus valores energéticos, em programas e projetos. São produtos de uma categoria especial, fontes de energia, capazes não só de produzirem renda quando vendidos, mas de movimentarem o agronegócio em praticamente todas as fases da produção. Há necessidade de normatizar seus processos de produção e promoção, além da necessária regulamentação de seus usos. Aí reside um valor fundamental: considerar sempre a prioridade da atividade geradora, para usufruir ao máximo os seus resultados econômicos. Nem o biogás, nem a lenha, nem os biocombustíveis podem ter qualquer outro beneficiário, que não aquele que os produz.

---

## **② Geração Distribuída**

É uma das premissas mais importantes para o desenvolvimento dos agroenergéticos. Os modelos de negócios geradores de energia em grande escala, não podem conectar-se a redes de distribuição. Dependem de infraestrutura adicional para ser transportados a subestações de transmissão. Assim se beneficiam menos da agroenergia do que os negócios em pequenas escalas, com baixo custo logístico e sempre relacionados com a eficiência energética das próprias atividades geradoras.

Por seu turno, no caso da lenha, a descentralização da produção também é uma necessidade inadiável e inevitável. A lenha deverá se tornar, a curto prazo, um artigo do pequeno produtor.

O biodiesel segue a mesma trajetória dos dois outros agroenergéticos. Se produzido em larga escala, perde de longe para o diesel tradicional. No entanto, produzido pelo próprio produtor e para atender as suas necessidades, viabiliza-se. Evidente que sem soluções específicas para a produção em pequena escala, o uso do biodiesel bruto em motores de tratores e caminhões transportadores apre-

senta resultados bastante instáveis, fazendo que muitos produtores de biodiesel estejam desanimados com as dificuldades para a comercialização e para a substituição do diesel em suas operações.

Se para os três agroenergéticos identificados anteriormente a produção descentralizada é um tema transversal, na produção de algas e seu uso para geração de energia a partir da biodigestão, a produção descentralizada é uma premissa também importante. Embora possa ser produzida em qualquer escala, a complexidade relativa do manejo no cultivo de algas conduz para a opção da produção descentralizada e de microgeradores.

## AGROENERGIA:

1-POLÍTICA

2-GESTÃO TERRITORIAL

3-GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

4-EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

5-USO INTEGRADO DE FONTES

---

### ③ Geoprocessamento aplicado à agroenergia

A agroenergia é resultante da articulação das potencialidades energéticas de uma determinada região, portanto exige como tecnologia de base o conhecimento do seu território. Os Sistemas de Informações Geográficas em programas livres de códigos abertos hoje disponíveis, conjugam informações territoriais e dados cadastrais de forma muito eficaz. Ajudam a estudar os “territórios da energia”, que é a identificação de potenciais fornecedores e consumidores de energia, que atuam no mesmo território.

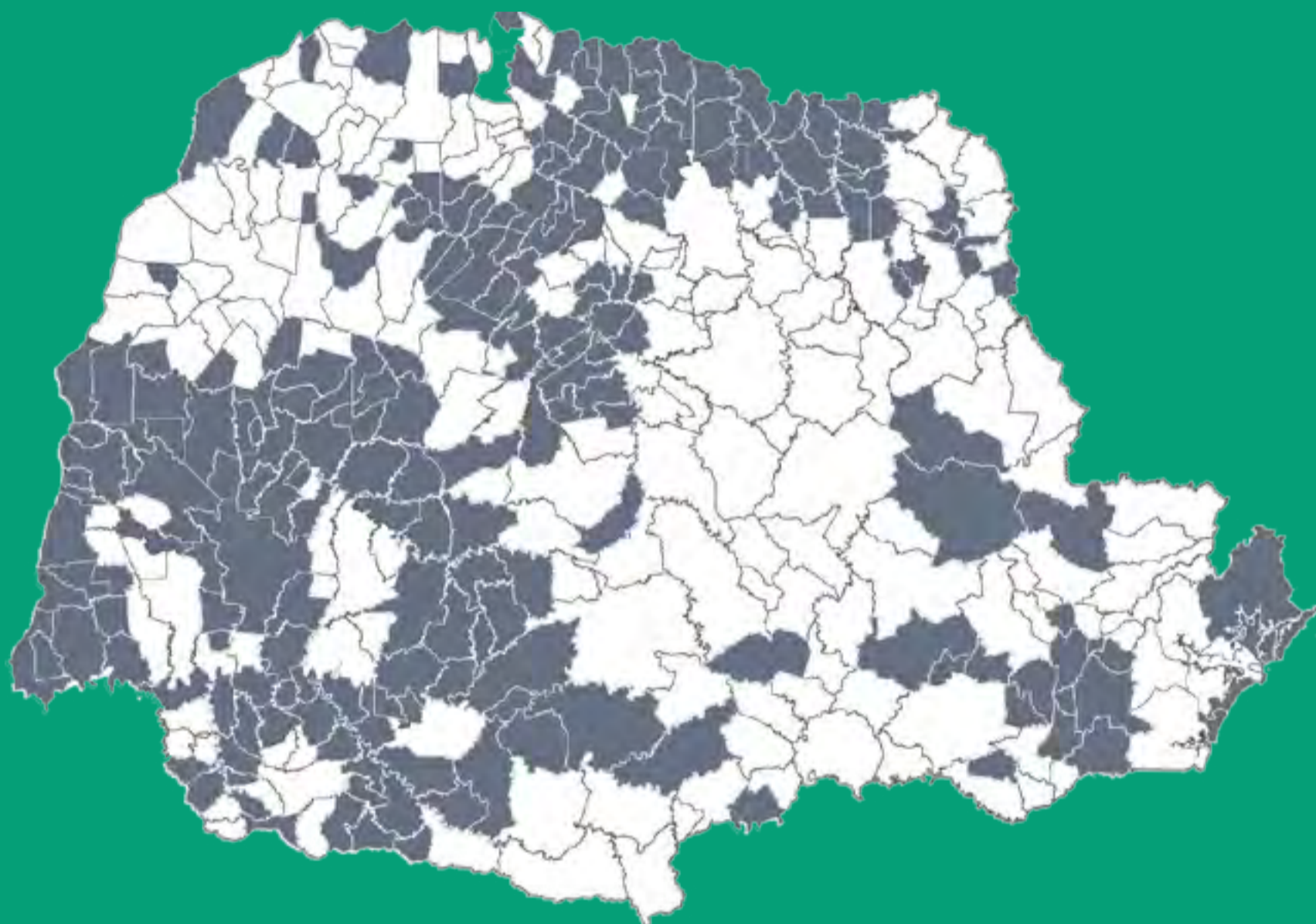
---

### ④ Eficiência energética

Uma atividade já é considerada eficiente, se souber utilizar bem a energia que necessita. Ainda mais se produzir a própria e reduzir a dependência de qualquer outra fonte externa. A eficiência leva também ao aumento da intensidade de seu uso, pois a energia poupada



# ESTIMATIVA DE POTENCIAL DE DÉFICIT E/OU DISPONIBILIDADE DE ÁREA DE EUCALIPTO - ESTADO DO PARANÁ (PR)



## 218 MUNICÍPIOS APRESENTAM DÉFICIT ENTRE ÁREA PLANTADA E A DEMANDADA

Entre os municípios com déficit  
maior que 1.00 ha:

- Palotina (1.500 ha - 30 mil t/ano de lenha) - (C. Vale consumo 85 mil t/ano)
- Ubatã, Cascavel, Assis Chateaubriand, Corbélia, São Miguel do Iguaçu e Marechal Cândido Rondon

### DÉFICIT/ DISPONIBILIDADE DA ÁREA (HA)

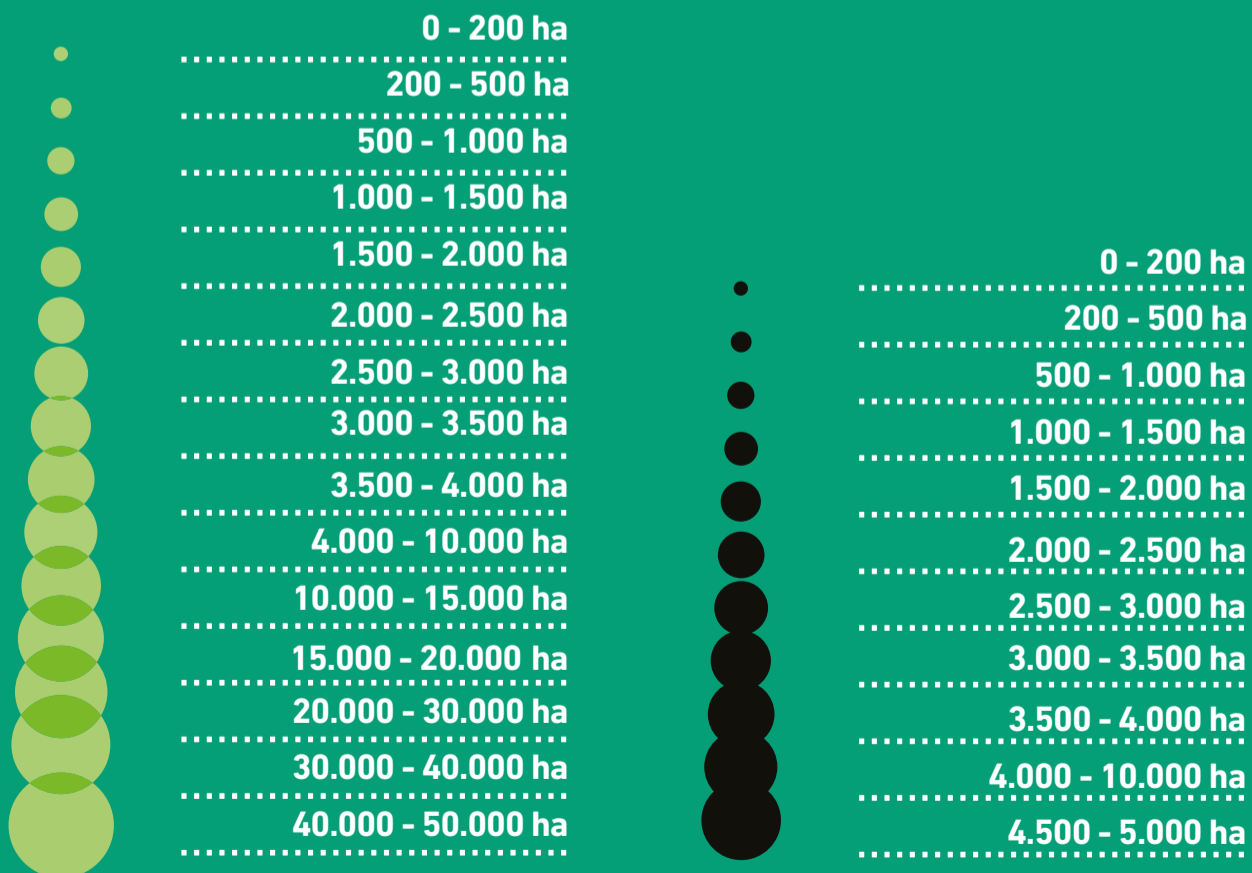


DÉFICIT DE MADEIRA PARA  
OS PRODUTOS PESQUISADOS



ATENDE OU SUPERA A  
DEMANDA DE MADEIRA PARA  
OS PRODUTOS PESQUISADOS

# DEMANDA DE EUCALIPTO PARA SECAGEM ESTADO DO PARANÁ (PR)



permite novas aplicações, ao fazer as atividades mais eletrointensivas e aumentar a produtividade, sem necessariamente gerar mais custos.

Como referências metodológicas, desde 2011 tem-se publicada a *NBR ISO 50.001 – Gestão da Energia*. Em julho/2013 a Aneel publicou o *Manual de Eficiência Energética/2013*, que traz em seu Capítulo IV as regras técnicas para geração descentralizada com fontes incentivadas, integradas a programas de eficiência.

---

## **5 Uso integrado**

Os agroenergéticos se complementam perfeitamente. Por exemplo, como energia térmica o biogás pode substituir a lenha otimizando as questões de logística. Como energia automotiva, sendo filtrado, o biogás vai se comportar como o Gás Natural Veicular (GNV), que ganha terreno em transportes e pode substituir o diesel, quando o biodiesel se mostra inviável.

O uso integrado, inteligente e eficiente dos agroenergéticos pode proporcionar a solução final para a questão energética da atividade rural.

## **EXTERNALIDADES AMBIENTAIS**

Além de resultados econômicos, a agroenergia traz sempre consigo externalidades positivas ambientais importantes, diretas e indiretas. Nos países europeus, as externalidades ambientais foram agregadas à formação direta das tarifas da energia (R\$/kWh + externalidades), produzindo as conhecidas “tarifas *feed-in*”, que são uma forma de subsidiar energia gerada com fontes renováveis, em crise nos países que a adotaram. Para praticar tarifas sustentáveis, as externalidades ambientais devem ser reconhecidas, porém contabilizadas separadamente da tarifa, para serem pagas por quem se beneficia diretamente delas e não pela sociedade como um todo.

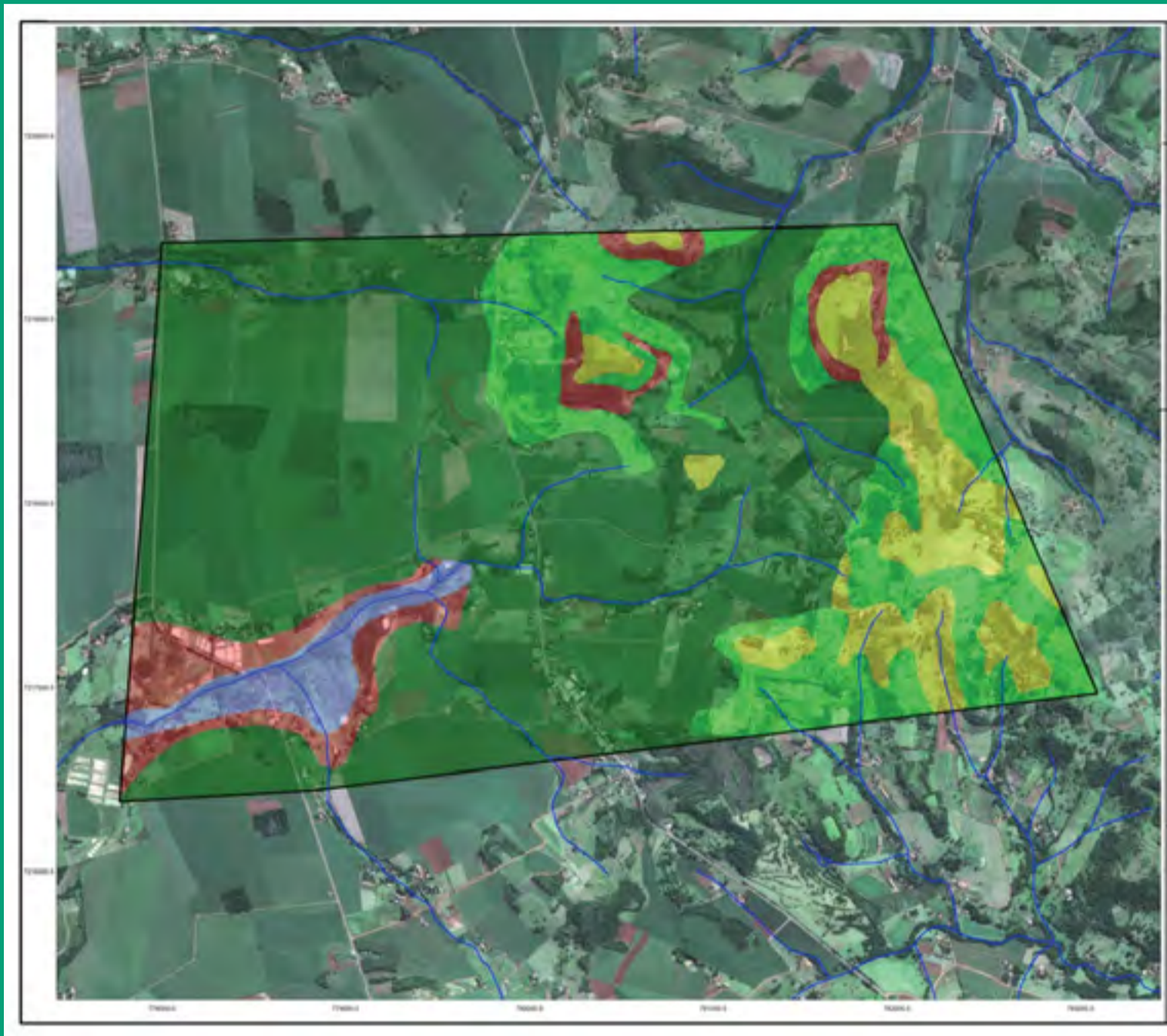
## **AGROENERGÉTICOS – BIOMASSA**

Entre todas as possibilidades energéticas que o meio rural pode desenvolver – agroenergia – merecem destaque as fontes biológicas, ou a biomassa (US Dept of Energy & US Dept of Agriculture, 2005). A biomassa é a quantidade de matéria orgânica que pode ser produzida em uma determinada área. A biodiversidade, as biomassas e a



# TERRAS DE VOCAÇÃO FLORESTAL (TVF)

## HIDROGRAFIA



As cores mostram as áreas que devem ser preservadas, segundo o novo Código Florestal de uso do solo



300 0 300 600 900  
METROS

biotecnologia servem de suporte à vida, onde alimentos e energias brotam dos solos e das águas, como o economista polonês Ignacy Sachs afirmou durante a conferência Rio+20, em 2012. O fato é que as biomassas naturais, as plantadas e as residuais, ambas têm características rurais muito evidentes, pois é nesse meio que ocorrem seus remanescentes, conferindo um potencial de geração de energia bastante considerável.

As biomassas podem ser encontradas em estado sólido, como nas madeiras para lenha e palhas. Em estado líquido, como nos biocombustíveis e, ainda em estado gasoso, como no biogás da decomposição anaeróbica de resíduos orgânicos.

Há um quarto grupo de biomassa, difuso no meio hídrico, rios e, principalmente, águas lânticas, como lagos naturais, lagoas, reservatórios de água para abastecimento público e mares, com grande potencial para geração de energia. Trata-se das macrófitas e algas,

## OS AGROENERGÉTICOS ESTÃO NOS ESTADOS SÓLIDO, LÍQUIDO E GASOSO

cuja biomassa pode ser utilizada como fonte geradora de biogás, sozinhas, ou em codisposição com efluentes e dejetos. Muitas vezes inexistentes, ou esgotados, os recursos agroenergéticos terrestres, aplica-se recursos energéticos hídricos para a geração de energia. As algas podem se constituir em importante solução para isso.

Apesar de toda essa diversidade de fontes e suas possibilidades de aplicações energéticas, as tentativas de uso da biomassa não têm sido felizes, nem mesmo competentes.

### **BIOCOMBUSTÍVEIS**

Entre os biocombustíveis, destaca-se o etanol, que ganha importância global a partir de várias culturas. O Brasil lidera essa produção com base nas suas condições ecológicas e com base na cana-de-açúcar, com a maior produtividade mundial. Porém, no mercado real, o etanol mostra grandes oscilações em termos de disponibi-

lidade e preço. Mesmo muito atrativo em grande escala, os preços acompanham e são indexados aos preços da gasolina (FARGIONE, J, 2008). O fato do etanol ser obtido nas mesmas refinarias que produzem açúcar é outro fator de vulnerabilidade. Com o mercado do açúcar em alta, o etanol desaparece dos postos de distribuição. É importante notar que, para estabelecer o Programa de Biocombustíveis, com foco em criar uma alternativa para o diesel, foi usado o mesmo padrão e modelo de negócios do etanol. Assim, o biodiesel ficou atrelado ao mercado do petróleo, mantendo preços em níveis mínimos e contendo a escala com as misturas com o diesel em nível B5, ou 5% na mistura. Difícil o negócio se manter nessas condições. Os investimentos desaparecem por falta de perspectiva.

Outro agravante para o biodiesel foi a escolha da matéria-prima. Elegeu-se a soja como oleaginosa principal, por ela ser mais disponível. Mas, com isso, aplicou-se o mesmo modelo de indexação cana/etanol. Quando o preço da soja em grão, do óleo e do farelo sobe, desaparece o biodiesel como combustível alternativo. Oleaginosas em menor escala e produções cooperativadas, ou solidárias, ofereceriam resultados mais sustentáveis, se desindexadas e se fosse permitido utilizá-las para autoabastecimento.

Para uma ideia de grandeza econômica da importância do biodiesel para o setor do agronegócio, basta verificar o valor de todo o óleo diesel utilizado nas safras. Esse valor econômico é transferido anualmente do setor rural para o setor dos combustíveis. A mobilidade da produção é dinâmica e constante. Por exemplo, levar leitões de uma UPL a um terminador e deste ao frigorífico. Movimentar cargas pesadas como a mandioca, das propriedades às feculares. Distribuir pintos de um dia, para aviários e destes para os abatedouros. Ou ainda movimentar diariamente milhares de toneladas de ração, das fábricas aos confinamentos dos animais. Tudo feito a base de diesel. Além, evidentemente, do manejo das produções de grãos, dos plantios às colheitas.

Não é possível pretender a evolução do biodiesel, quando ele tem o mesmo tratamento regulatório para dois usos distintos: em transportes de longa distância e na mobilidade de produtos entre as especialidades da produção.

Urge uma política específica para o “biodiesel das safras”.

## **BIOMASSA MADEIRA – LENHA**

A madeira para lenha é usada em grande escala, como fonte de energia primária para a secagem de grãos, produção de vapor em caldeiras industriais, peletização, entre outras inúmeras demandas para geração de calor.

Não é raro identificar no meio rural a formação de intensos déficits regionais de lenha. Em várias regiões de produção há uma pressão bastante intensa para consumo de matas nativas. E já existe um fluxo interregional de madeira para lenha.

Alguns fatores deixam esse cenário complexo e comprometem a sua disponibilidade em escala compatível com a demanda. Reproduzindo o padrão de plantio de florestas industriais para atender a grandes consumidores, como celulose, siderurgia, mineração e outros, a produção de lenha como fonte primária de energia para o agronegócio baseia-se equivocadamente em plantio de florestas em grandes maciços contínuos, para usos múltiplos e com corte

## **PARA O AGRONEGÓCIO, AS ALTERNATIVAS ESTÃO NA BIOMASSA**

programado para ciclos longos. Nas principais regiões de produção não se encontram mais áreas contínuas, com dimensões compatíveis para o plantio de florestas em grande escala, em função do preço das terras, que inviabiliza a formação de parques produtores de lenha em grande escala.

O que seria o mínimo necessário para a sustentar uma estratégia de curto prazo, a fim de reverter o déficit de energia da biomassa lenha?

Descentralizar o plantio das florestas, utilizando terras de vocação florestal existentes na maioria das propriedades e/ou explorando os benefícios de projetos de Integração Lavoura-Pecuária, incentivados como elemento da agricultura de baixa emissão de carbono, plantando clones florestais precoces, fertilizados com dejetos animais. Essa estratégia atribui responsabilidade aos proprietários rurais, estimulando-os com fomentos florestais, fazendo da lenha um produto rural valorizado.



## **ALGAS E MACRÓFITAS**

Produzidos em excesso e dispostos no ambiente sem tratamento sanitário, os nutrientes vegetais fertilizam as águas provocando explosões de macrófitas e algas de vários tipos. As águas têm a qualidade alterada pela diminuição da disponibilidade de oxigênio, medida pelo aumento dos índices de demanda química de oxigênio e pela quantidade de oxigênio dissolvido. O ciclo de vida desses vegetais aquáticos é extremamente curto, de 10 a 15 dias. As populações sucedem-se rapidamente e as carcaças de plantas mortas vão ao fundo das águas, e ali, em zona anaeróbica perfeita, são

## **A BIOMASSA DOS RECURSOS HÍDRICOS PODE FAZER A DIFERENÇA**

atacadas por colônias de microrganismos decompositores, que as degradam. Ao longo do tempo, a sucessão vegetal vai ocorrendo neste ambiente e no lugar das algas aparecem macrófitas flutuantes e fixas, dando lugar ao fenômeno da eutrofização, que em seu extremo, produz pantanização dos lugares aquáticos atingidos. O ambiente passa a gerar biogás.

Algas e macrófitas, utilizadas em codisposição com dejetos, podem incrementar o índice de matéria seca de dejetos e efluentes em biodigestão. Como consequência, aumentam a produção de biogás. Na falta de recursos terrestres para geração de energia, os recursos hídricos serão sempre uma ótima opção.

# A ERA DA ENERGIA DOS GASES

A ciência estuda intensamente os gases e suas aplicações em matrizes energéticas. Hoje há um novo tipo de matriz, com predominância de fontes renováveis, em resposta aos efeitos danosos causados pelo uso dos combustíveis fósseis. A inclusão dos gases na matriz energética mundial culminará com uma matriz ligada ao hidrogênio, o vetor de energia mais limpo que a humanidade conhece. A era do hidrogênio, esperada para um futuro muito distante e incerto, já começa a tornar-se realidade. Entretanto, dada a necessidade de novas soluções logísticas específicas para gases – portanto diferentes das atuais que viabilizam os combustíveis líquidos –, projeta-se que para alcançar essa era tenhamos de aguardar pelo menos 150 anos.

Mas é impossível negar que os combustíveis líquidos têm seus dias contados. Três fatores pressionam essa fonte energética. Custos altos, a dependência mundial estabelecida em relação aos países localizados em zonas petrolíferas e os impactos ambientais globais que produz, com a emissão de gases do efeito estufa. Ainda assim, serão necessárias décadas de pesquisa e testes para que os combustíveis líquidos deixem de ser necessários.

Entre as várias instituições e pesquisadores que se dedicam ao estudo das energias, o americano Robert Hefner III\*, fundador e dono da The GHK Company, vem demonstrando como a matriz energética mundial evoluiu desde a predominância dos combustíveis sólidos (biomassa da madeira), passando pela era atual dos combustíveis líquidos (derivados do petróleo) e já se aproximando da era dos gases, que poderá ter seu apogeu em um mundo movido a hidrogênio (H<sub>2</sub>).

No gráfico que está na página **135**, Hefner III posicionou, no eixo horizontal, uma cronologia de 300 anos, entre 1850 e 2150. Nela, os períodos clássicos do desenvolvimento socioeconômico, como a Revolução Industrial, a economia pós-moderna, a economia do século 21. No eixo vertical, Hefner III modelou as variações de diferentes matrizes energéticas que a humanidade usou no intervalo de tempo proposto. As três principais fontes localizadas neste eixo são as já citadas: madeira, combustíveis líquidos (petróleo) e gases.

Com isso, seu gráfico permite avaliar como as mudanças dos padrões de energia ocorreram ao longo da história. Ou, como a humanidade utilizou, desenvolveu e mudou seus padrões de combustíveis e

fontes energéticas. E da maneira que isso ocorreu sempre sob a pressão de fatores determinantes como escassez, impactos ambientais, desempenho econômico, efeitos negativos imprevisíveis e outros.

A matriz da madeira é representada por uma curva com seu ponto de partida no início da Revolução Industrial e que encontra seu declínio máximo nos dias atuais. Além da baixa eficiência energética, a madeira, hoje reconhecida como biomassa, encontrou seus limites pelas dificuldades logísticas de distribuição e também porque a humanidade desenvolveu usos mais nobres e com valor agregado bem mais atrativo do que a simples queima de madeira para energia, como a produção de celulose, carvão siderúrgico, construção civil, manufatura de móveis. É certo que ainda existem atividades econômicas na era da lenha, e que dela jamais sairão, em função das características intrínsecas, como o caso da secagem de grãos, cuja política de produção e consumo deveria receber mais atenção em

## UM NOVO TIPO DE MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL UTILIZA OS GASES E SUAS APLICAÇÕES

um país como o Brasil, vocacionado para a produção de alimentos.

Ainda no gráfico de Hefner III, vê-se que a madeira vai sendo substituída pelos combustíveis líquidos a base de petróleo. O ponto de partida da curva dos líquidos se dá na Revolução Industrial e encontra seu ápice no final do século 20, correspondendo ao sistema econômico desenvolvido após a Segunda Guerra Mundial e que se estende até o início deste século. Uma espetacular infraestrutura de transporte e distribuição foi construída para a Era do Petróleo. A inversão da curva no final dos anos 1990 é atribuída a vários fatores, entre os quais as emissões de gases do efeito estufa e os custos, cujos aumentos têm origem na especulação promovida pelos países produtores, buscando valorizar seus produtos. E também no fato de a humanidade ter desenvolvido tecnologias para valorizar os derivados do petróleo mais do que a simples queima, como ocorreu com a madeira.

O emprego de hidrocarbonetos pela química fina, para a manu-

fatura de plásticos e resinas, assim como o uso farmacêutico pela síntese de novas moléculas de valor medicinal, causam a inflexão da curva que demonstra a redução da importância dos combustíveis líquidos na matriz energética mundial. É de se ressaltar que a importância dos líquidos se revigora em países ou regiões que, por suas aptidões naturais, conseguem outras matérias-primas, também líquidas, como o etanol e os biocombustíveis.

De volta ao gráfico, a terceira grande curva demonstrada é a dos gases, ou dos combustíveis gasosos, que tem início no fim da Revolução Industrial/início da economia pós-Segunda Guerra e vai até o que seria o seu ponto determinante: “era do hidrogênio”. Em meio a essa curva, Hefner III aponta uma etapa intermediária de extrema importância. Para chegarmos a nova economia do hidrogênio, haverá uma inevitável passagem por uma massificação da utilização do gás metano ( $\text{CH}_4$ ), principal componente do biogás. O biogás/metano está, portanto, na rota do hidrogênio. Será necessário desenvolver e aprimorar suas aplicações, como se fosse um estágio preliminar e precursor da economia do hidrogênio. Ou seja, temos de aprender a lidar com o biogás para chegarmos ao hidrogênio, já que a logística de geração e distribuição dos combustíveis líquidos é diferente da logística que será necessária para gerar e distribuir os gases.

### **PARA CHEGAR AO HIROGÊNIO PRECISAMOS DOMINAR O METANO**

As civilizações orientais conhecem o biogás há muito tempo. O imaginário popular o associa à podridão, aos esgotos, aos pântanos, à degradação. Enfim, o biogás é relacionado a aspectos escatológicos, sejam naturais ou construídos pelo homem. Provavelmente é por isso que esse produto esteja associado ao passado e, consequentemente, tenha valor e importância econômica constantemente minimizados. Apesar dos preconceitos que ligam o biogás a eras antigas, o fato de ser necessário dominar o metano para chegar ao hidrogênio torna inevitável concluir que ele está ligado ao futuro.

Como já mencionado, o biogás e seus componentes fazem parte do ciclo biogeoquímico do carbono, que é o mais antigo, o maior e o mais importante ciclo do metabolismo da Terra. Há de se considerar que o metano ( $\text{CH}_4$ ) é portador do próprio hidrogênio: um átomo de C e duas moléculas de  $\text{H}_2$ .

# EVOLUÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA GLOBAL – A ERA DA ENERGIA DOS GASES TRANSIÇÃO DOS SISTEMAS NA ENERGIA GLOBAL



## CONSUMO ATUAL

- CARVÃO E NUCLEAR
- ÓLEO E HIDRO
- METANO

## CONSUMO PROJETADO

- MADEIRA, CARVÃO E NUCLEAR (SÓLIDOS)
- ÓLEO E HIDRO (LÍQUIDOS)
- METANO E HIDROGÊNIO (GASES)

Ao se servir do estudo de cenários, Hefner III introduziu no gráfico uma linha imaginária (linha pontilhada) referenciando uma quebra de paradigma que se iniciaria no ano de 2010. Essa linha abrange um cenário composto pela transição entre a era dos combustíveis líquidos que declinam e a era dos gases que ascende. Assim, o estudo indica que a era dos gases determinará que a humanidade deixe para trás uma forma de crescimento econômico não sustentável, centralizado, intensivo em capital e ineficiente em infraestrutura energética. Aos poucos, à medida que se aproximar da era dos gases e do hidrogênio, a humanidade encontrará um modelo de crescimento descentralizado, desenvolvido a partir de tecnologias e logística inteligentes e altamente eficiente no aproveitamento energético.

Esse novo modelo, preconizado por Hefner III, traz o biogás ao centro do cenário das energias renováveis e estratégicas. Por consequência, define o que é preciso fazer para que isso aconteça, ou seja, quais as

## DO DIESEL AO GÁS, DA VELA AO VAPOR: O SALTO HISTÓRICO NA MOBILIDADE

mudanças regulatórias necessárias para descentralizar a geração de energia e reconhecer o biogás como um produto de valor econômico.

Reconhecer a importância dos gases e, de forma especial, a do biogás – e a necessidade de construir a logística necessária e específica para aproveitá-los – significa ligar-se ao futuro. Significa contatar a economia com uma nova era marcada pela eficiência energética e pela sustentabilidade. Segundo o mercado internacional e seus especialistas, em termos de transportes, passar do diesel para a mobilidade a gás, tem importância histórica equivalente à passagem da mobilidade a vela para a mobilidade a vapor. Uma real ruptura paradigmática que se aproxima.

### **O MOVIMENTO MUNDIAL**

A recente opção norte-americana pelo gás de xisto indica que o mundo acordou de fato para a era do gases. Depois de 30 anos de

desenvolvimento e motivados fortemente pelos episódios de 11 de setembro de 2001 e pela arriscada dependência de petróleo do Oriente Médio, os Estados Unidos anunciaram, por um Ato de Exceção promulgado pelo ex-presidente George W. Bush, a estratégia norte-americana para viabilizar sua independência energética, fortemente baseada nos estoques americanos de gás de xisto.

Pelo Ato de Exceção, o governo curvou a poderosa Agência de Proteção Ambiental (EPA) e alterou regras de acesso a jazidas, atropelando o sagrado campo da posse e direitos sobre a terra. Hoje, ignoram, em nome da perspectiva do renascimento da soberania energética, as previsões de impactos ambientais de grande magnitude provocados pelo fracionamento hidráulico de rochas profundas, que faz parte do processo de extração do gás de xisto. Há evidentes riscos de terremotos, pela acomodação das camadas geológicas fraturadas. E poluição das águas subterrâneas e superficiais, pela água do processo que se mistura a solventes e outros produtos químicos. Além disso, ocorre a emissão descontrolada de gás metano, um dos principais gases provocadores do efeito estufa. Se não bastassem esses fatores, o tempo útil de cada poço, para extração de gás de xisto, tem a média de 1,5 anos. A conclusão é que territórios onde são feitas as perfurações passam a acumular enormes passivos ambientais.

De apenas 1% de participação na matriz combustível americana em 2000, o gás de xisto passou a uma participação de 10% em 2010 e projeta 46% para 2035. Trata-se de um potencial de 34,4 trilhões de metros cúbicos de gás de xisto, com jazidas espalhadas por vários estados, no leste, centro e sul dos Estados Unidos. No mundo, destacam-se o potencial de gás de xisto da China, com 36,1 trilhões de metros cúbicos, da Argentina, com 21,9, do México, com 19,3, da África do Sul, com 13,7 e da Austrália, com 11,2. O Brasil fica atrás, com um potencial de 6,4 trilhões de metros cúbicos. Todos os países com potenciais atraentes estão programando, em curto prazo, os primeiros leilões para a incorporação definitiva do gás de xisto em suas matrizes energéticas.

Importante observar que temos o menor potencial de gás de xisto entre os principais potenciais mundiais. Isso implica no fato de que o gás de xisto para o Brasil não representa um grande futuro, já



que esses potenciais não são renováveis, mas esgotáveis.

No entanto, temos outros potenciais, como o gás natural reforçado com as descobertas do pré-sal. E o biogás, cujo potencial, considerando somente o produzido pelo setor sucroalcooleiro, é de 12 bilhões de metros cúbicos/ano. O produzido pelo setor de alimentos pode chegar a 8 bilhões de metros cúbicos/ano, dados e montantes energéticos altamente significativos.

Os Estados Unidos, assim como vários países da Europa, utilizam-se em grande escala do gás natural, principalmente para aquecimento. Uma gigantesca rede de gasodutos, que já transporta e distribui o gás natural, vai servir também ao gás de xisto, o que representa uma diferença competitiva em relação a países que não a tem. No Brasil, temos as redes básicas de transporte, o Gasoduto Bolívia-Brasil (Gasbol) e redes na costa atlântica (gasoduto das plataformas marítimas), mas não temos redes de distribuição no

## A ERA DOS GASES SOLICITA GERAÇÃO DESCENTRALIZADA

interior. Algumas regiões situadas longe dos gasodutos existentes estão praticamente condenadas a não usufruírem dos combustíveis gasosos, o que pode determinar um diferencial competitivo econômico de tamanha proporção que pode alijar os produtos brasileiros dos mercados interno e externo.

É importante destacar que, apesar dos impactos ambientais e sociais, o programa do gás de xisto alterou profundamente o modelo de negócios com energia nos Estados Unidos. De um sistema de geração concentrada, adotado no mundo todo, passou para um sistema descentralizado. Milhares de geradores de pequeno porte tem mobilizados suas jazidas de xisto. Uma oportunidade também para a descentralização dos investimentos, que podem migrar da especulação financeira para um dos melhores negócios do mundo: a energia. Na China, por exemplo, que corre atrás da mesma solução americana, no último leilão do gás de xisto, mais de 100 pequenas empresas participaram e 19 delas foram selecionadas, dando uma ideia de como é intensa a descentralização.

O biogás ocorre em situação de descentralização ainda mais intensa do que a do gás de xisto. Ambos se assemelham quanto à origem em atividades privadas e descentralizadas. É preciso levar em conta isso para as políticas públicas sobre o tema, evitando a tendência de centralização. Respeitando seus microgeradores, pode-se constituir importantes fatores indutores de desenvolvimento local e sustentável.

Abrem-se as portas para a era dos gases e, melhor, fazem-no ratificando a geração descentralizada, alterando de forma significativa o modelo energético do País. Finalmente, de forma legal, há um gás em produção descentralizada em um grande país – ou seja, os prognósticos de Hefner III começam a se tornar realidade.

No Brasil há condições de clima e biodiversidade muito melhores do que as norte-americanas e europeias. Seria extremamente viável a construção de uma opção semelhante ao gás de xisto, só que utilizando um gás verde, resultante do tratamento sanitário de resíduos e da sustentabilidade ambiental das atividades e do desenvolvimento local (e igualmente descentralizado), o biogás.

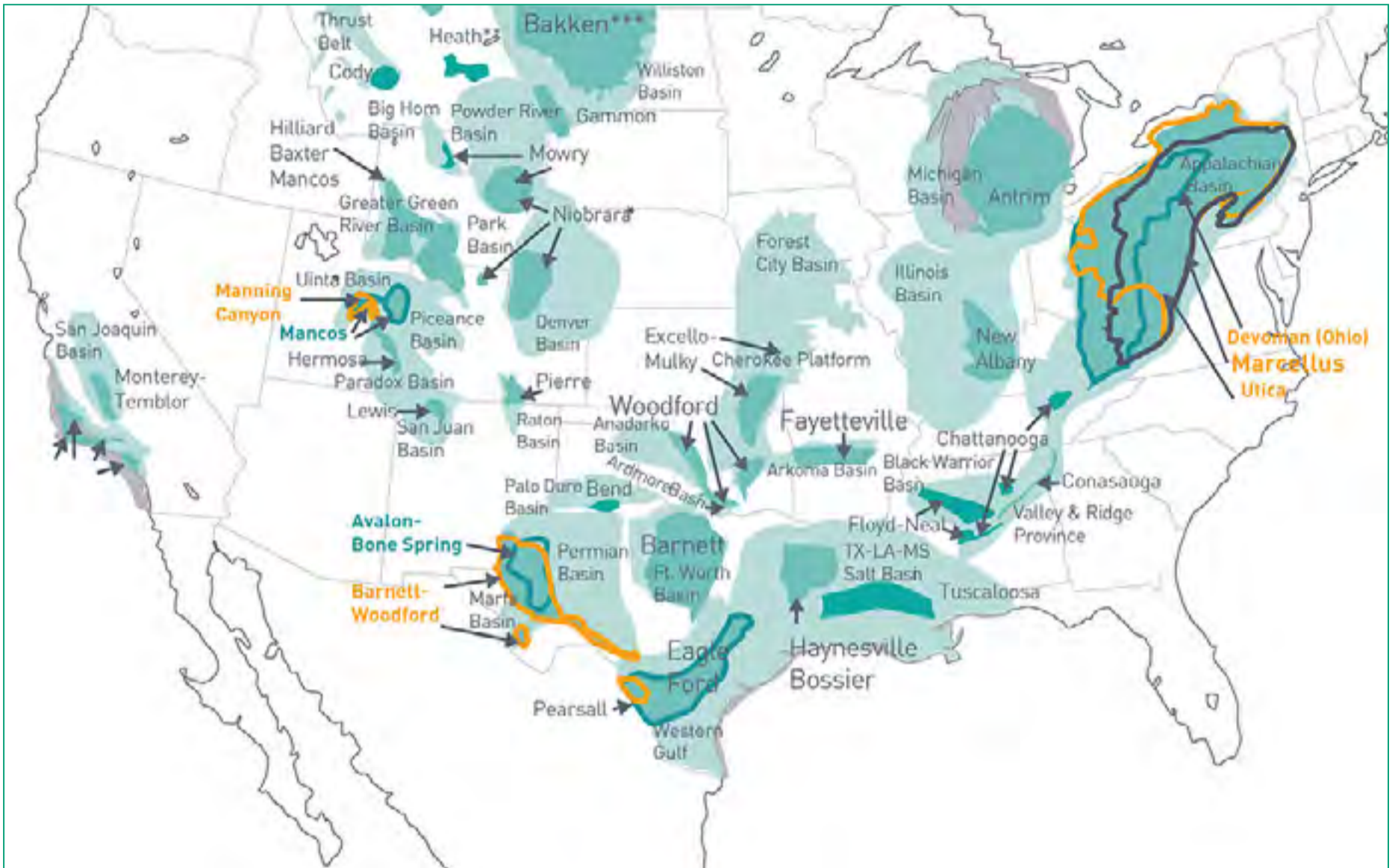
Com a geração distribuída, abre-se uma perspectiva energética concreta para o fornecimento de energia elétrica e térmica, ambas geradas com biogás. Secagem de grãos, olarias, cimenteiras, porcelanatos, britadeiras e demais industrializações de produtos minerais, assim como frigoríficos, amidonarias e outras ligadas a agroindústrias – podem encontrar no biogás as possibilidades reais de obter energia específica para seu autoabastecimento.

## **PARA O BRASIL ENTRAR DEFINITIVAMENTE NA ERA DOS GASES**

O bom começo do Brasil na era dos gases se faz sentir nas regiões próximas dos polos petroquímicos, na costa litorânea e nas áreas próximas dos gasodutos de transporte. As indústrias eletrointensivas, residências e também a mobilidade urbana já utilizam o gás natural. Nas principais cidades do País, São Paulo e Rio de Janeiro, uma parte da frota de táxi utiliza esse combustível, o que é uma indicação importante de que a nossa matriz energética, elétrica e de combustível já se orienta pela inclusão dos gases. Por outro viés, o caso da Refinaria Duque de Caxias, que aproveita o biogás do aterro de Gramacho é emblemático e referencial.

Com possíveis ganhos sociais e econômicos proporcionados por

# DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO GÁS DE XISTO NOS EUA



FONTE: SHALE GAS AND OIL PLAYS, LOWER 48 STATES, U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, WWW.EIA.GOV



ECOFIGHT.ORG/WYOMING\_PINEDALE

8

### ABIOGÁS

O principal objetivo da ABiogás é formular, atualizar, propor e sustentar um Programa Nacional de Biogás e Biometano a ser submetido ao Governo Federal, ao MME, à Agência Nacional de Petróleo, aos demais órgãos setoriais e à sociedade em geral

uma opção brasileira pelo biogás, as distribuidoras estaduais de gás criadas para completar a cadeias de suprimento do gás natural, e que são limitadas às tímidas redes de gasodutos nacionais, poderiam encontrar em biogasodutos – para transporte do biogás gerado por microgeradores associados – um começo promissor para ampliar sua participação. Isso seria possível se os distribuidores estabelecessem um ordenamento territorial, criando “áreas de produção de biogás” correspondentes ao zoneamento da produção agrícola.

Essas áreas seriam organizadas por microbacias hidrográficas, nas quais se encontram produtores rurais vocacionados para a produção de proteína animal – carnes de bovinos, suínos e aves e ainda leite e derivados. Assim como acontece em outras regiões com a produção focada na cana-de-açúcar e mandioca, ambas geradoras de grande volume de rejeitos orgânicos. O estímulo à adoção de

biodigestores para tratamento sanitário dos resíduos ali gerados ensejaria uma produção coletiva de biogás, a ser transportado por biogasodutos até centrais de limpeza e processamento.

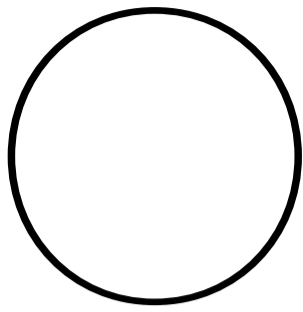
Conforme fossem instalados os biogasodutos, formar-se-iam nas áreas de produção de biogás, mosaicos de pequenos gasodutos, que poderiam ser interligados e conectados, ou não, aos gasodutos do gás natural.

Para ter controle e acompanhamento da evolução do crescimento dos mosaicos, bastaria que as distribuidoras estaduais outorgassem a exploração aos grupos de produtores rurais, até que a escala do biogás atingisse dimensões justificáveis economicamente.

A caminhada para a era dos combustíveis gasosos é inevitável. A era dos gases está apenas começando. Que não nos permitamos ficar para trás com todo o potencial que temos. Para irmos do biogás ao hidrogênio, a descentralização não é uma simples orientação, mas uma chave fundamental.

\*Na publicação *The Age of Energy Gases*, da The GHK Company (sem tradução no Brasil), de 2007

# O BIOGÁS



biogás é uma fonte de energia pouco valorizada até por quem o produz. Entretanto, esse gás não é apenas um subproduto da biodigestão de resíduos orgânicos, como se pregou, por muito tempo, no Brasil e na América Latina. Trata-se de um produto energético em si, capaz de mover e sustentar os trabalhos de nossas principais atividades de produção.

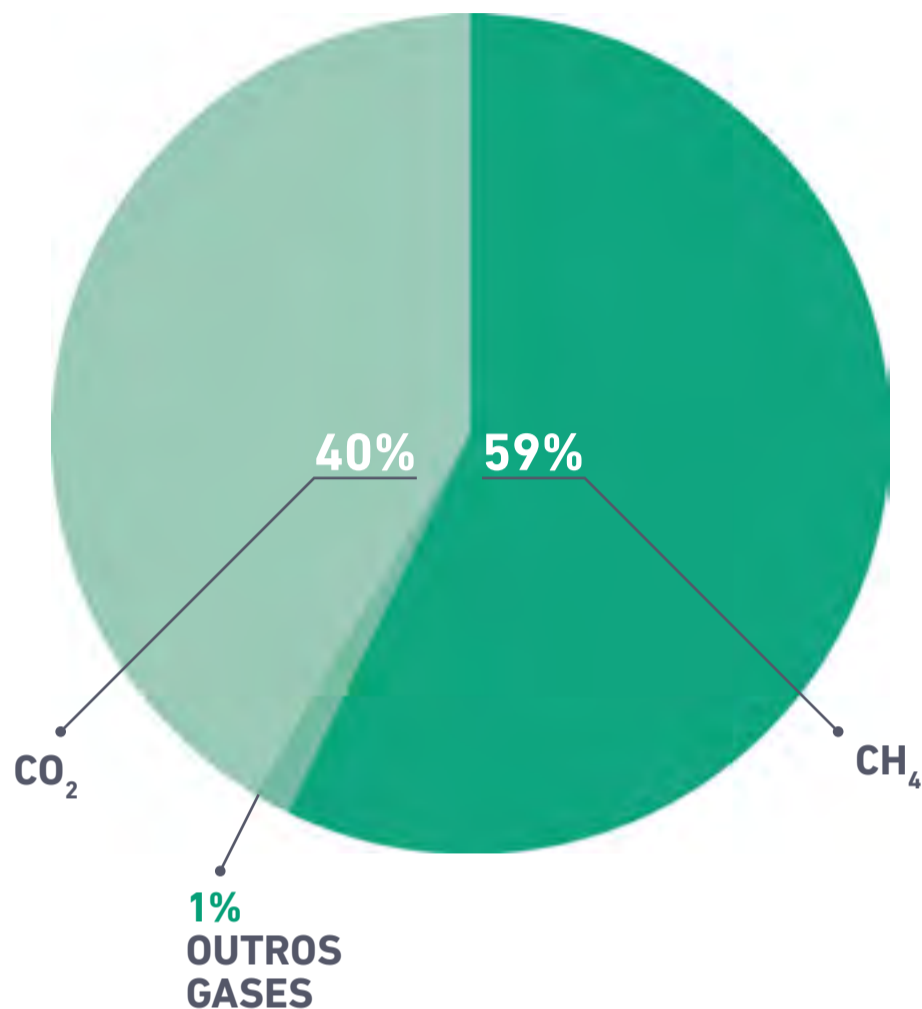
Embora tenha praticamente a mesma composição química do gás natural, difere-se completamente deste por ter origem em processos de saneamento ambiental e não em jazidas petrolíferas. Esse conceito é particularmente interessante porque pode evitar o maior equívoco que se poderia cometer em relação à difusão do uso do biogás, induzindo a concentração de escala, para a sua exploração. Na realidade, o biogás é uma fonte estratégica de energia ligada à sustentabilidade dos próprios processos industriais, agropecuários e de saneamento que o produzem.

Explorar biogás exige uma ruptura com a sempre presente tendência de concentrar o controle das operações com energia em grandes instituições, via de regra estatais – como ocorre ainda com os programas nacionais do etanol e do biodiesel, sempre pressionados pelo controle oficial.

A atividade produtora do biogás encontra, nas energias geradas com ele, as receitas econômicas necessárias para amortizar os investimentos nos processos de produção por biodigestão, que lhe dão origem. Portanto, não reconhecer a necessária reserva de posse do biogás por quem o produz é fator de desestímulo para a progressão necessária de sua adoção e difusão. E, mais do que isso, a rigor, trata-se de confisco arbitrário, com consequências diretas para os geradores e para a sociedade. A regulação da metodologia para a Geração Distribuída é portanto, uma questão-chave para o aproveitamento de todas as fontes renováveis, mais necessária ainda ao biogás.

O biogás é um composto gasoso, constituído em média por 59% de gás metano ( $\text{CH}_4$ ), 40% de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e 1% de gases-traço, entre eles o gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ). No caso de algumas biomassas residuais, como os lixos orgânicos, há também na composição síloxanas. O biogás resulta da degradação anaeróbia (em ausência

## COMPOSIÇÃO DO BIOGÁS



de oxigênio) da matéria orgânica, realizada por colônias mistas de microrganismos. É considerado um recurso renovável porque faz parte do ciclo biogeoquímico do carbono. Nele, toda a matéria orgânica de origem vegetal ou animal, que morra, ou esteja velha, fraca, doente e fique exposta ao meio ambiente natural ou a processos sanitários, imediatamente é atacada por microrganismos detritívoros.

Cabe ressaltar que a produção de biogás é mais intensa sob condições tropicais de temperatura e biodiversidade.

Em regiões de clima frio, com a ocorrência de longos períodos (dois a três meses) de temperaturas abaixo de zero grau centígrado, a atividade biológica diminui e chega até a ser paralisada, levando meses para se restabelecer. Pela mesma razão, o número de espécies detritívoras é menor nessas regiões de condições climáticas frias. Diante disso, podemos assumir que, em termos de biodigestão da matéria orgânica, como estamos em região tropical, somos o primeiro mundo. Mesmo assim, países como a Alemanha, Itália e Áustria têm atingido patamares tecnológicos altos



com a biodigestão anaeróbica e hoje são referências nessa prática.

A biodigestão anaeróbica, que ocorre em situações naturais, pode ser também reproduzida, se realizada com eficiência em dispositivos de engenharia sanitária, os chamados biodigestores: grandes recipientes dimensionados especialmente para digerir biomassas de diferentes origens, como efluentes industriais, dejetos animais, resíduos sólidos orgânicos de diversas origens, que, livres na natureza, representam sérios impactos ambientais, tanto em relação à poluição hídrica como atmosférica. Talvez por isso, por estar associado aos lixos, aos restos, ao poluente descartável, o real valor econômico do biogás passa despercebido. Infelizmente, as possibilidades energéticas desse combustível são geralmente ignoradas.

Nas produções industriais, as matérias-primas passam por um ou mais processos de transformação com diversos objetivos. Seus resíduos orgânicos também. Se passarem por processos de biodigestão, podem gerar produtos. Os resíduos e efluentes orgânicos submetidos a tratamento sanitário – biodigestão anaeróbica – em condições específicas, geram dois produtos: um líquido, também chamado de digestato, efluente do processo, e outro gasoso, o biogás.

Como todo produto, o biogás também constitui e sustenta uma cadeia de demandas e suprimentos relativamente ampla e complexa, pois é centro gerador e mantenedor de economias que se constituem em volta do seu próprio eixo. A cadeia produtiva do biogás demanda, consome e gera resultados econômicos.

Como se encontra pulverizada em ambientes rurais, favorecer a economia do biogás significa distribuir localmente os resultados produzidos por esta economia.

A geração de energia elétrica, térmica e automotiva é um resultado direto do processo – sem falar em todos os suprimentos que cada uma dessas aplicações exige, como serviços de planejamento, implantação, operação e manutenção. Vale sempre lembrar que a obtenção do biogás é indissociável da produção de biofertilizante, que por si produz também uma importante cadeia de suprimentos.

Como externalidades, ou resultados indiretos, neste caso positivos, a biodigestão reduz a carga orgânica da biomassa residual em tratamento sanitário. Ao gerar energia, proporciona a dimi-



PLACA SINALIZADORA DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS  
Presente nas 33 propriedades e Estradas Rurais do Condomínio Ajuricaba,  
no oeste do Paraná

nuição de emissões de gases do efeito estufa (GEE), pois retira dos aterros as fontes de gás metano, 21 vezes mais intenso na criação de gases de efeito estufa do que o gás carbônico.

### **A PRODUÇÃO DO BIOGÁS**

A linha de base, ou o fragmento estrutural básico da economia do biogás, constitui-se no tratamento sanitário por biodigestão anaeróbica de qualquer biomassa residual. Isso significa que serão tratados os resíduos e efluentes orgânicos, dejetos da produção de animais, os resíduos sólidos provenientes do beneficiamento da produção agrícola, ou mesmo de lavouras especificamente plantadas para fins energéticos.

A biodigestão anaeróbica requer um determinado tempo de retenção hidráulica, sob condições ideais de temperatura e agitação. Em ausência total de oxigênio, atuam colônias mistas de microrganismos, que encontram condições ideais para proliferar, alimentando-se dos sólidos solúveis na biomassa em tratamento, o que

provoca a degradação da matéria orgânica.

Importante notar que há disponível fartas referências em dados e informações técnico-científicas, em pesquisas internacionais e brasileiras sobre biofertilizante e biogás, assim como está publicada e acessível a legislação pertinente.

Em uma região destinada à transformação de proteína vegetal em proteína animal para a produção de alimentos, a biodigestão dos efluentes agroindustriais e dos resíduos agropecuários excedentes é a base do processo gerador de biogás, ou seja, nesse cenário se torna mais um produto que integra a economia rural e, assim, tem a importância do etanol e dos biocombustíveis na matriz energética local, pois é produzido em condições distribuídas.

O biogás pode ser produzido:

- 
- ① De forma individual

---

  - ② Por produtores de escala significativa

---

  - ③ Por grupos de produtores de forma:
    - coletiva
    - condominial
    - cooperativa
- 

No modelo europeu, grupos de produtores transportam dejetos animais em caminhões ou tratores até um biodigestor de alta tecnologia, para dali obter o biogás. Como resultado, além da concentração indesejável de poluentes, tem-se uma logística duplamente negativa com dejetos saindo das propriedades em veículos a diesel e, depois de tratados no biodigestor, voltando para as propriedades também movidos a diesel, na forma de digestato, para ser aplicado aos solos. Vale lembrar que a logística de transporte de materiais líquidos de baixo valor agregado é negativa a partir de 2 quilômetros. Já a agregação de alta tecnologia ao biodigestor é feita para superar as severas condições climáticas e a reduzida biodiversidade detritívora, características de climas frios. Consequentemente, o custo de produção torna-se alto e as energias com ele geradas são mais caras do que as energias convencionais, impondo tarifas subsidiadas.

No caso de clima tropical e grandes extensões territoriais, há possibilidade de realizar a biodigestão anaeróbica contando com temperaturas altas e biodiversidade detritívora intensa em biodigestores de baixa tecnologia agregada. Assim, o modelo brasileiro de produção por grupos de produtores se delinea com biodigestores construídos nas propriedades, ligados diretamente aos sistemas de produção de animais estabulados, e próximos às terras que receberão os digestatos. Evita-se, assim, a logística negativa e os altos custos de biodigestores do sistema europeu.

O biogás gerado nos biodigestores individuais são canalizados em gasodutos rurais que os transportam até as centrais de uso e aplicações.

Em resumo: no modelo europeu, move-se dejetos e, no brasileiro, o biogás. Assim, as energias geradas não necessitam de subsídios incorporados diretamente às tarifas. No entanto, os custos dos serviços das energias geradas podem e devem fazer parte dos cálculos de viabilidade econômica dos processos de produção e aplicação.

## **O BIOGÁS NO PRESENTE**

Em vários momentos da história recente ocorreram iniciativas para produzir e usar o biogás. Nos anos 1970, chegou a se integrar no modelo da “revolução verde”, paradigma da atual economia mundial da produção de alimentos. Entretanto, ao contrário das outras tecnologias desse modelo, o biogás não prosperou, pelo fato de que na época estava vinculado ao valor dos derivados de petróleo. Na primeira crise internacional de preços, o biogás desapareceu. Passaram-se 40 anos sem que o biogás voltasse a ter importância e integrasse os sistemas produtivos, mesmo fazendo parte deles como potencial produto energético.

Nos anos 1990 e início dos anos 2000, o biogás voltou à agenda mundial, pelas possibilidades de obter valor econômico pela possível redução de emissões de gases do efeito estufa (GEE) e a perspectiva de realização de rendas com o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), proposto pelo Protocolo de Kyoto. Ocorre que, para atender às condições financeiras estabelecidas pelo MDL, os projetos foram concebidos apenas para queimar o biogás, sem aproveitamento energético. Isso reduziu o alcance dos pro-

jetos. Claro, facilitou sua aprovação e seu monitoramento, porém impôs um desperdício – injustificável – para a atividade. Bastou baixar os preços internacionais dos certificados de redução de emissões em função da crise econômica dos países compradores, para novamente o biogás desaparecer do cenário econômico.

Se conseguissem identificar o biogás como um produto energético disponível nos seus próprios processos de produção, os setores do agronegócio e da agroindústria teriam uma equação econômica mais próxima da sustentabilidade, menos vulnerável a oscilações.

Antes, teriam de encontrar formas de geração de renda para cobrir os custos de investimentos e despesas de manutenção dos serviços ambientais. Atualmente, comparando a estruturação econômica dos negócios *versus* a forma como esses são exigidos pelas leis ambientais, a conclusão é de que os serviços sustentáveis pesam na estrutura econômica, afinal, tratam-se de investimentos passivos economicamente neutros e não geram renda.

Se a lógica adotada fosse outra, ou seja, se se compreendesse que, além de prestar serviços ambientais e sanitários positivos, o biogás possibilita a geração de energia, insumo fundamental da cadeia de custos, os setores envolvidos poderiam encontrar possibilidades reais de gerar renda e, assim, cobrir seus custos em investimentos ambientais.

## **O BIOGÁS NO FUTURO**

É possível que o biogás venha a seguir a tendência de crescimento que se espera para os demais combustíveis gasosos. Isso porque programas como o gás de xisto, mesmo no exterior, e as ampliações de participação mercadológica do próprio gás natural no Brasil, a partir do descobrimento de jazidas como as do pré-sal, induzirão o desenvolvimento tecnológico de componentes da cadeia de produção de gases que também servirão ao biogás, o que o impulsionará.

Começando da ponta final da cadeia de suprimentos, é de se esperar que o mercado se sirva de motores específicos a gás, tanto motores a gasolina, quanto a diesel, estacionários e automotivos, o que substituiria o atual retrofit, ou conversão, nem sempre eficientes nem duradouros. E esses motores especiais a gás, ou pelo menos híbridos, dariam outra dimensão à mobilidade terrestre

e marítima, rural e urbana. Não é possível imaginar que se sustentem as operações de movimentações de cargas entre os estágios de produção de uma integração agroalimentar feita a diesel, quando nesses estágios pode-se obter o biogás. Da mesma forma, não há futuro para operações de coleta de lixo urbano com caminhões a diesel, tendo o aterro sanitário, para os quais são transportados os lixos, a capacidade de gerar biogás pela decomposição dos resíduos orgânicos.

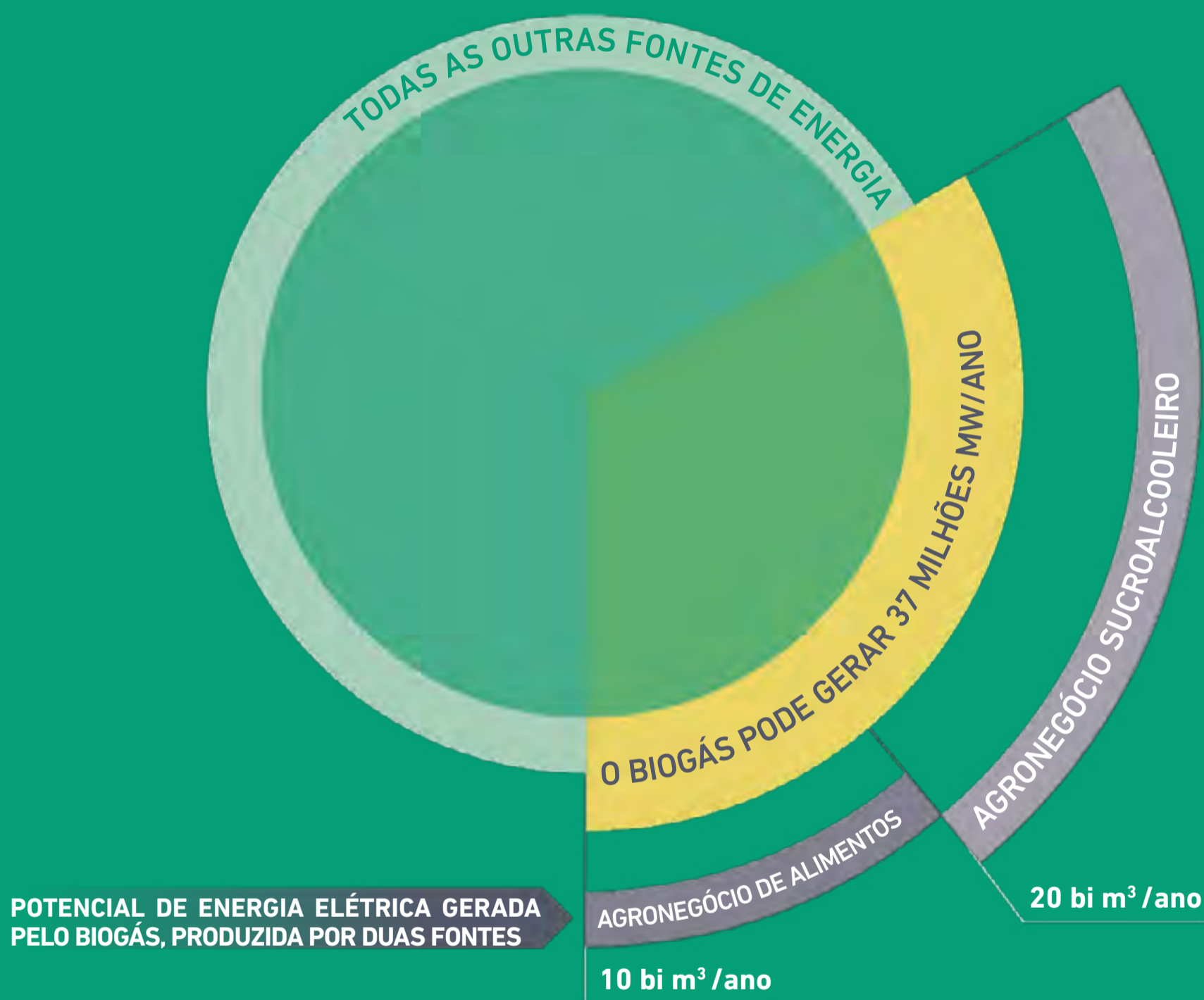
Outra área de concentração que poderá receber boa alavancagem tecnológica, pelo que for desenvolvido para os programas internacionais e nacionais de gás natural é a da purificação, facilitando a obtenção do biometano em condições de funcionar como combustível. Também a área do armazenamento, sempre crítica em se tratando de gases, começa a liberar contenedores a baixa pressão, que certamente estimularão as aplicações do biogás e biometano.

Em geração elétrica, entre todas as fontes renováveis, a feita com biogás é a que mais se assemelha à geração hidráulica, pois depois de armazenado pode ser despachado continuamente, sem provocar impactos nas redes de distribuição. Essa característica assegurará que o biogás possa estar presente em ciclos combinados com fontes de geração intermitente, solar e eólica, proporcionando segurança e redução de impactos nas redes em que estará conectada a energia.

Nunca é demais lembrar que, sendo o biogás um combustível versátil e aplicável na geração de energias elétrica, térmica e automotiva, terá assegurado um amplo espectro de aplicações. O biogás é um gás genuíno e coerentemente verde, o que incorpora valor aos produtos produzidos com sua energia.

Essas características possivelmente lhe assegurarão um futuro promissor na matriz energética.

# ENERGIA ELÉTRICA GERADA PELA ITAIPU BINACIONAL / ANO



Se todos os negócios ligados ao biogás prosperassem e novas políticas de geração distribuída fossem postas em prática, a energia gerada por biogás no Brasil poderia alcançar o equivalente a um terço da energia gerada por ano por ITAIPU Binacional.

# A ECONOMIA DO BIOGÁS



Importantes eventos econômicos ocorrem em torno da obtenção de biogás e das suas aplicações energéticas. Isso permite entendê-lo como um produto em si, com poder energético intrínseco, de alto valor econômico e cuja cadeia de suprimentos abrange a indústria, comércio e serviços, com grande impacto no desenvolvimento econômico local. Como produto energético, ou combustível produzido com resíduos e efluentes orgânicos, tem valor estratégico para a própria cadeia produtiva, servindo como fonte geradora de energia elétrica e para a mobilidade de produtos entre as fases da produção. Nos casos de produção agropecuária e industrial, pode ser considerado como produto, entre tantos outros da mesma economia, tais como o ovo, o leite, a carne e o milho. Seu valor estratégico como combustível assemelha-se ao do etanol e ao dos biocombustíveis em geral. No meio urbano, por ser obtido também com o tratamento anaeróbico da biomassa dos resíduos orgânicos como o lixo, os esgotos domésticos e os efluentes orgânicos industriais, integra-se também nestas economias. Apesar de todo o seu potencial econômico, direto e indireto, esse gás é entendido apenas como um subproduto do tratamento de resíduos e sistematicamente jogado fora pelas próprias atividades que podem produzi-lo.

Como todo produto, o biogás também constitui e sustenta uma cadeia de suprimentos relativamente complexa, ou seja, o biogás é um centro gerador e mantenedor da expressiva economia que se constitui em seu entorno.

A produção de biogás e suas aplicações energéticas demandam, consomem e geram resultados econômicos.

## **DINÂMICA DO BIOGÁS**

A economia do biogás tem início na cadeia de suprimentos, a qual é estimulada. São serviços de planejamento, assessoria, consultoria e monitoramento, realizados por técnicos capacitados. Também são considerados os suprimentos de processos, motores, tubulações, cabos elétricos, painéis de comando, medidores, entre outros insumos. Como suprimentos, entendem-se ainda os serviços de implantação, manutenção e operação, cujo bom desempenho é fundamental para a eficiência dos processos.

Depois surgem as demandas, necessárias para o planejam-

# A ECONOMIA DO BIOGÁS

## A PRODUÇÃO, A DISTRIBUIÇÃO E OS BENS E SERVIÇOS DO GÁS

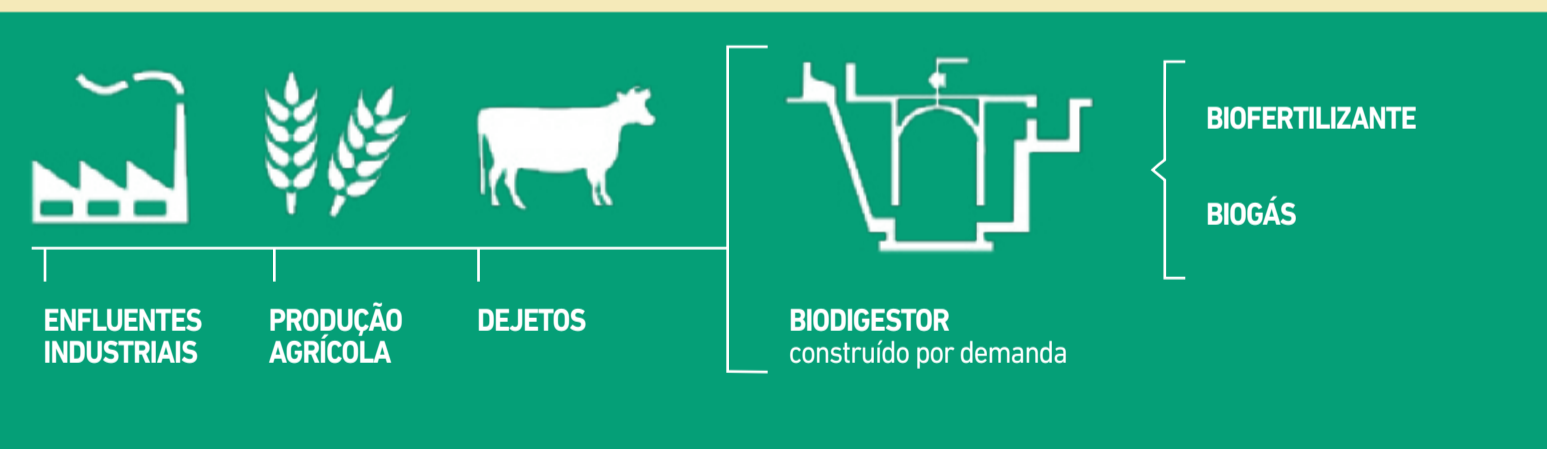
### 1 SUPRIMENTOS Estimulam a estratégia e o planejamento da cadeia do biogás



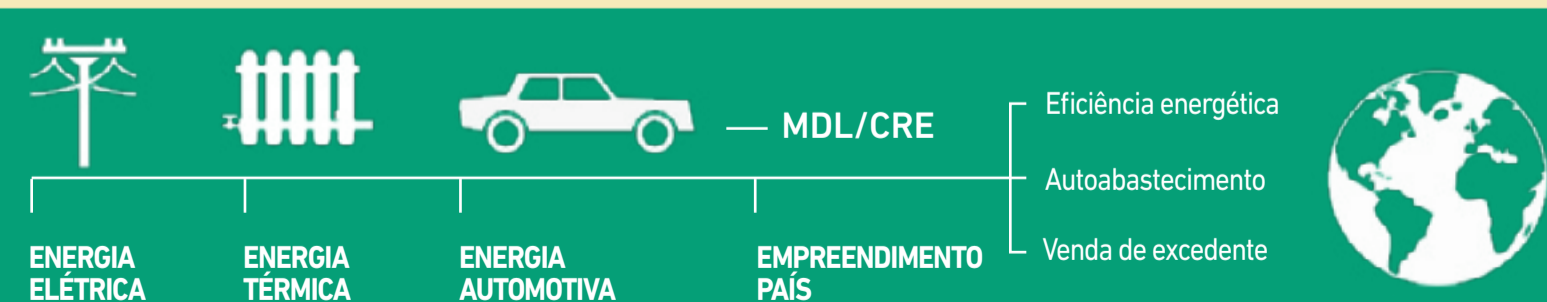
### 2 DEMANDAS Necessárias para a construção dos biodigestores



### 3 PRODUÇÃO O fragmento estrutural básico dessa economia



### 4 RESULTADOS Serviços econômicos finais: energias elétrica, térmica e automotiva



to e construção de biodigestores e a logística de sua alimentação. Das demandas, entre outros requisitos, tem-se a necessidade de conhecimento tecnológico em biomassas residuais, biodigestão anaeróbica e bioenergia. Conseqüentemente, além do suporte científico para se obter esse conhecimento, encontra-se a necessidade de capacitação, ou a oferta de cursos, em todos os níveis: atualização, graduação e pós-graduação, para a preparação de profissionais com conhecimento específico. Não há como atuar só empiricamente nessa economia e desenvolvê-la sem que se tenha acesso a esse conhecimento específico. As demandas da economia do biogás constituem pré-requisitos para que a geração de biogás possa se implantar. São projetos, licenciamentos ambientais, regulação, capacitação técnica e outros.

A etapa seguinte é a linha de base. É o fragmento estrutural básico da economia do biogás. Constitui-se no processo de tratamento sanitário por biodigestão anaeróbica – biodigestores – de qualquer resíduo, seja biomassa residual em estado líquido ou quase pastoso. A origem dos resíduos são efluentes orgânicos industriais, dejetos da produção de animais e os resíduos sólidos provenientes do beneficiamento da produção agrícola ou mesmo de lavouras especificamente plantadas para fins energéticos. Os produtos gerados pelo tratamento em biodigestores são: o biofertilizante, que volta à produção agropecuária, e o biogás, que é utilizado para a geração de energias, produtos finais da economia do biogás.

Finalmente, na parte final da cadeia, encontram-se os resultados econômicos finais, representados pelas energias elétrica, térmica e automotiva geradas com biogás. E os mecanismos de desenvolvimento limpo, que podem gerar créditos de carbono ou creditar os projetos em linhas de crédito específicas. Os impactos econômicos ocorrem tanto para a atividade produtora do biogás, como para o País, à medida que, nos processos de conversão do biogás em energias, há redução de emissões de gases do efeito estufa pela queima do metano e redução de poluição hídrica pela redução de carga orgânica da biomassa residual. O metano tem poder 21 vezes maior do que o do gás carbônico (CO<sub>2</sub>). Isso promove sérias conseqüências para o aquecimento global e para as mudanças climáticas. Vale sempre lembrar que a obtenção do biogás é indissociável da produ-

ção de biofertilizante. A carga orgânica média dos dejetos animais encontra-se em torno de 10 mil miligramas por litro.

Como geralmente se encontra pulverizada nos ambientes rurais e urbanos, estimular essas cadeias produtivas significa também distribuir localmente os resultados econômicos produzidos por todos os componentes da economia gerada pelo biogás. São resultados diretos que geram renda, como a geração das energias. Assim como são indiretos, como todos os demais componentes econômicos ou externalidades positivas, a redução de emissões de gases de efeito estufa e a mitigação da poluição hídrica.

Percebe-se também que a economia do biogás se desenvolve em nível macro, estimulando a indústria de processos e insumos. É, portanto, de interesse nacional e mesmo internacional, pois gera oportunidades para o desenvolvimento industrial em todas as suas fases, das inovações permanentes até a produção industrial. Tam-

## NA CADEIA DE SUPRIMENTOS DO BIOGÁS ESTÃO SERVIÇOS DE PLANEJAMENTO, ASSESSORIA, CONSULTORIA E MONITORAMENTO

bém se desdobra em nível regional e local, ao estabelecer canais comerciais de distribuição e revenda dos insumos industriais. O estímulo ao desenvolvimento econômico local se intensifica, já que estimula os serviços de planejamento energético, necessariamente interdisciplinares – nenhuma ciência sozinha atende de forma unitária as demandas dos processos de produção do biogás.

Esse fato traz novas esperanças para as áreas técnicas de engenharia, agronomia, veterinária e zootecnia, no exercício da assistência técnica específica, em biodigestão e em geração e aplicações de energia.

Da mesma maneira, empresas locais de serviços de implantação, manutenção e operação de todo o complexo, podem ser beneficiadas com novas oportunidades. A circulação de capital também é aquecida, quer na origem dos investimentos, financiados, quer naqueles realizados com a poupança das próprias atividades pro-

# PRODUÇÃO POTENCIAL DE BIOGÁS (MILHÕES DE M<sup>3</sup>)



**FRANGOS**



**LEITÕES**



**SUÍNOS  
ADULTOS**



**VACAS  
PRODUZINDO**



**BOVINOS**



**BOVINOS  
ABATIDOS**

CATEGORIA ANIMAL	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
	158,7	139	152,2	126,6	142,3	141,0	155,6	160,3	151,2	159,0	151,5	161,2
	24,2	22,0	25,1	23,7	24,4	24,0	24,6	24,7	22,9	23,9	23,5	24,7
	58,0	55,9	62,6	65,0	67,9	65,4	67,9	67,2	65,9	67,8	63,9	66,6
	362,8	327	362,8	351,1	362,8	351,1	362,8	362,8	351,1	362,8	351,1	362,8
	79,1	71,5	79,1	76,6	79,1	76,6	79,1	79,1	76,6	79,1	76,6	79,1
	40,9	33,1	44,2	37,1	46,2	43,5	44,3	47,5	43,3	45,9	42,5	44,8
<b>TOTAL</b>	<b>723,8</b>	<b>649</b>	<b>726,1</b>	<b>680,1</b>	<b>722,7</b>	<b>701,7</b>	<b>734,3</b>	<b>741,6</b>	<b>711,0</b>	<b>738,6</b>	<b>709,1</b>	<b>739,4</b>

**TOTAL ANUAL: 8.577,8 milhões de m<sup>3</sup>**  
**MÉDIA MENSAL: 714,8 milhões de m<sup>3</sup>**

dutivas. Gera ainda impostos municipais, estaduais e federais.

Enfim, olhando o produto biogás e a economia que ele irriga, podese dar origem a novas motivações políticas e sociais para uma opção definitiva por essa economia. Muito mais ampla do que simplesmente considerar o biogás como um subproduto descartável, como se verifica no pensamento atual. E como ocorre produzindo impactos nas economias locais, vale aos gestores municipais inteirarem-se de sua amplitude.

Também os setores do agronegócio e da agroindústria, com uma nova perspectiva de gerenciamento de resíduos, podem encontrar uma equação econômica para a sustentabilidade, bem mais próxima da viabilidade, reciclando os resíduos orgânicos para a geração de energia. Com isso, produzem rendas para fazer frente à cobertura dos custos de investimentos e despesas de manutenção dos seus serviços ambientais. Sem isso, constituiriam-se em investimentos passivos, dificilmente absorvidos nas estruturas econômicas do agronegócio, pois da forma como estão estruturados e são exigidos por força de leis e controles ambientais, atualmente, esses serviços pesam significativamente na estrutura econômica, por serem economicamente neutros e não gerarem renda.

Os setores podem encontrar possibilidades reais de gerar renda e cobrir seus custos ambientais. Basta a eles produzir, como consequência de seus serviços ambientais e sanitários, o biogás como um produto com valor econômico, gerador de um dos insumos mais importantes de suas estruturas de custos – a energia.

Os resultados da economia do biogás podem ser considerados:

---

❶ diretos, como as energias elétrica, térmica e automotiva, aplicadas para autoconsumo e para venda de excedentes, e

---

❷ indiretos, como a redução de emissões de gases do efeito estufa; a adequação ambiental da atividade pela redução de cargas orgânicas poluentes; e a eficiência energética, que juntos são indutores de um desenvolvimento descentralizado.

---

## **ORDENAMENTO TERRITORIAL**

Como as relações econômicas em torno do biogás desenvolvem-

-se inter e mult institucionalmente em bases territoriais, o primeiro passo para o desenvolvimento de qualquer projeto com energias renováveis em geração distribuída é o ordenamento territorial. Isso consiste em organizar as informações caóticas encontradas nos territórios, de maneira a identificar recursos naturais, ou os recursos disponíveis (resíduos, por exemplo) para servirem de fonte para as energias que se quer utiliza. Também são listados os fornecedores e os consumidores dessas energias geradas. E ainda se otimiza a logística necessária para viabilizá-las. Para isso é necessário escolher tecnologias de informação para cadastrar os diversos agentes e localizá-los no meio físico.

Estudar o território é, portanto, o primeiro e fundamental passo para planejamento e projetos em energias. A premissa básica é de que é necessário servir-se de uma composição de tecnologias, compatibilizando um banco de dados cadastrais que se relacionem, que será alimentado com dados das características energéticas específicas de cada agente ou elemento do planejamento.

Esse banco de dados deve ser conjugado com sistemas de informação geográficas, com cartografia digital livre, como o software público Google Maps. A montagem dessa ferramenta oferece condições ideais para o ordenamento territorial necessário. Esse arranjo tecnológico denomina-se Cadastro Técnico Multifinalitário - CTM, com desenvolvimento metodológico iniciado na Alemanha e que ganha espaços significativos no planejamento territorial.

É importante registrar que há opções do CTM em software livre de códigos abertos. Sem perderem eficiência em relação aos softwares proprietários, cujos custos de licenciamento são limitantes para a difusão da metodologia, constituem importante meio de acesso à tecnologia de informação. A possibilidade concreta, viável e acessível de ordenar os componentes com tecnologia de informação assegura que a geração distribuída se distancie da expectativa preconceituosa de que traria fatores não gerenciáveis e perigosos para o setor elétrico em cuja infraestrutura seria conectada. Não há limites para cadastrar eventos em um território, sejam eles positivos sejam negativos. E os mesmos eventos cadastrados na fase de planejamento e projetos, podem ser monitorados a qualquer tempo.

## **CONVERSÃO ENERGÉTICA E APLICAÇÕES**

A conversão energética é o processo que transforma um tipo de energia em outro. O poder energético do biogás pode ser transformado com grande versatilidade, já que a sua energia química pode ser convertida em energia mecânica por processos de combustão controlada, em motores estacionários que, por sua vez, movem geradores que promovem a conversão direta em energia elétrica. Esse processo pode também ser utilizado para a cogeração de energia térmica, por meio da água quente e do vapor gerados com as altas temperaturas do motor. Também pode servir como fonte de energia térmica em caldeiras, ou mesmo aplicado como o combustível, ou gás veicular (após purificado), em motores automotivos em ciclo Otto a gasolina e em ciclo diesel, com a mesma tecnologia disponível para conversão desses motores para funcionarem com gás natural veicular. Começam a se tornar atraentes também novas aplicações, como a reforma do biogás para a obtenção de hidrogênio e o uso deste para carregar células combustíveis. Isso já está ocorrendo e o tempo para se chegar ao hidrogênio pode estar sendo abreviado. Sendo a situação de produção do biogás já descentralizada, facilita sobremaneira a infraestrutura de transporte e distribuição do hidrogênio, sendo bem mais inteligente e barata do que a infraestrutura de transporte e armazenagem solicitada para hidrogênio produzido em grandes empreendimentos.

A geração de energia, tendo o biogás como fonte para a alimentação de grupos motogeradores, pode ter duas finalidades na geração de energia elétrica – a primeira e melhor remunerada será sempre a do uso da energia para autoabastecimento. Seus resultados diretos aparecem com ganhos na eficiência energética da atividade e na possibilidade de intensificar o uso da eletricidade para a realização de novos trabalhos essenciais, visando o aumento da produtividade e a sustentação econômica das atividades que o utilizam. A segunda finalidade é a venda do excedente da energia, ou da sobra após o autoabastecimento, viabilizada pela conexão do gerador em paralelo a uma rede de distribuição.

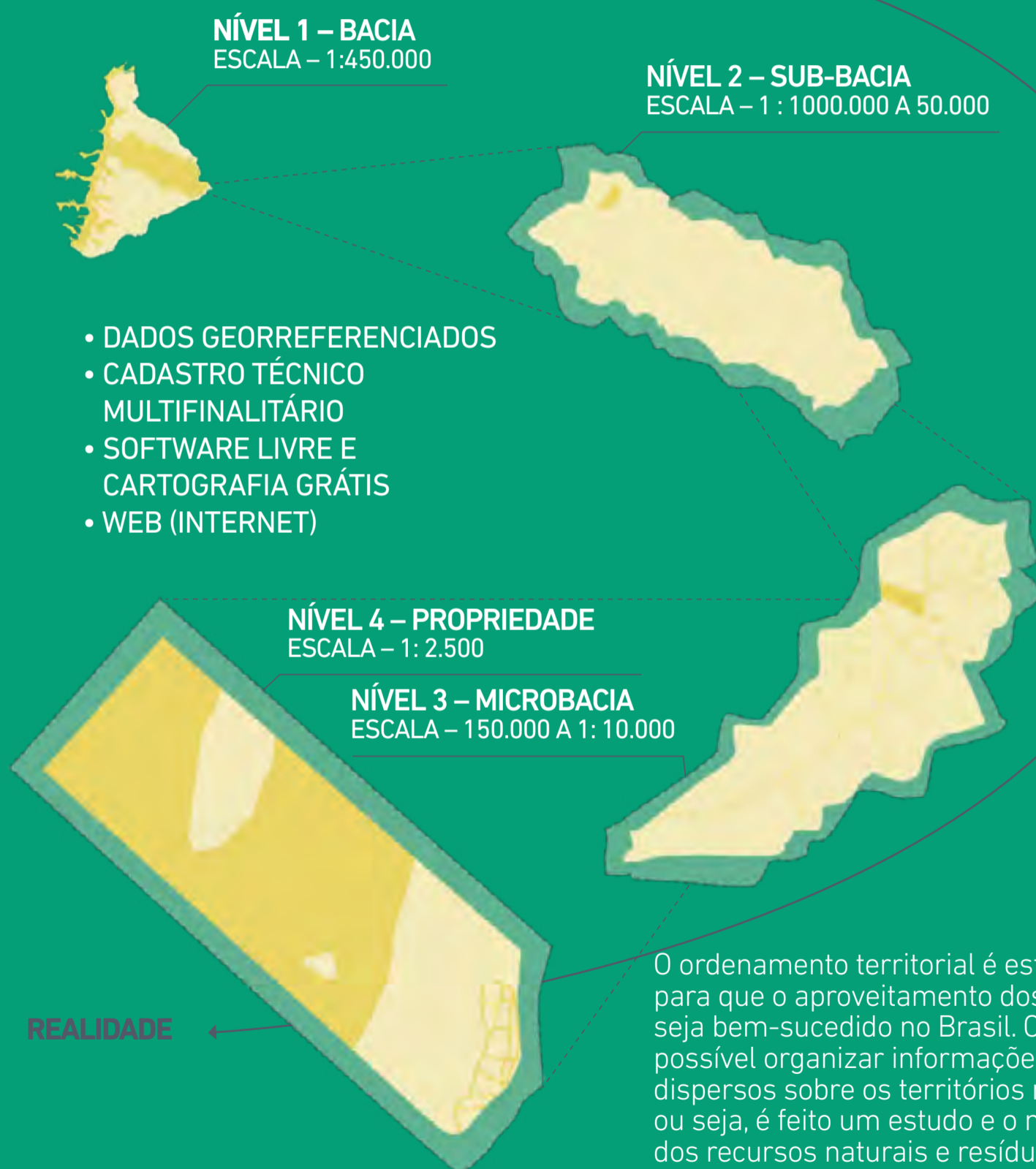


# FERRAMENTA DE GESTÃO TERRITORIAL

SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS CONJUGAM INFORMAÇÕES TERRITORIAIS E DADOS CADASTRAIS

ORDENAMENTO TERRITORIAL → ORGANIZAR INFORMAÇÕES DESPERSAS SOBRE OS TERRITÓRIOS → IDENTIFICAR RECURSOS NATURAIS E RESÍDUOS

REALIDADE VIRTUAL



- DADOS GEORREFERENCIADOS
- CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO
- SOFTWARE LIVRE E CARTOGRAFIA GRÁTIS
- WEB (INTERNET)

REALIDADE

O ordenamento territorial é estratégico para que o aproveitamento dos resíduos seja bem-sucedido no Brasil. Com ele é possível organizar informações e dados dispersos sobre os territórios nacionais, ou seja, é feito um estudo e o mapeamento dos recursos naturais e resíduos disponíveis. A tecnologia da informação é a grande aliada nessa dinâmica, construindo verdadeiros bancos de dados, disponibilizando informações detalhadas e minuciosas e ordenando os territórios com o cadastro técnico multifundiário (CTM).

## O POTENCIAL BRASILEIRO

Infelizmente no Brasil não há estatísticas seguras quanto ao potencial total de biogás. Cálculos genéricos dão conta de que somente nos setores sucroalcooleiro, com potencial anual de 12 milhões de metros cúbicos, e o setor de alimentos (agronegócio) com 8 milhões de metros cúbicos anuais, formam um volume de biogás que pode chegar a 10% da matriz combustível brasileira. Reforçando, são dados puramente especulativos.

Para uma visão superficial do real potencial de biogás produzido com os dejetos dos plantéis de animais abatidos no Brasil, foram aplicados os coeficientes de geração de energia apresentados por Gaspar, 2003. A partir desses coeficientes, determinou-se que, com o volume médio de biogás desses plantéis, é possível uma produção de 1,1 TWh/mês de energia elétrica, confirmado pelos coeficientes enunciados por Lucas Jr. e Silva, 2005.

## O MELHOR USO PARA O BIOGÁS É O AUTOABASTECIMENTO. MAS HÁ POSSIBILIDADES DE VENDA DO EXCEDENTE DA ENERGIA

Esses valores permitem estimar que a geração potencial de energia elétrica do setor da produção de alimentos, estando em torno de 12 TWh/ano, equivaleria a pouco mais de 2% do consumo médio brasileiro, estimado em 500 TWh/ano de energia elétrica. O valor dessa geração pode ser obtido aplicando-se a esse volume o valor de referência (VR) da energia elétrica produzida no Brasil, de R\$ 145,00/MWh, o que totalizaria R\$ 1,74 bilhões por ano. O valor é significativo e muda a visão que temos quando se fala em 2% do total da energia consumida no Brasil, que, enquanto cifra, pode soar insignificante.

Em relação à energia térmica, segundo vários pesquisadores, o poder calorífico do biogás varia de 5.000 a 7.000 kcal/m<sup>3</sup> (ou de 20,93 a 29,37 MJ). Considerando-se o potencial anual de produção de biogás no Brasil igual a 8.577,8 milhões de metros cúbicos, e adotando-se o valor de 20,93 MJ para o poder calorífico do biogás, chegamos a um potencial total de geração de

energia térmica de 17.970 TJ por ano. Isso equivale a cerca de 14,5 milhões de toneladas de lenha ou cavaco de madeira.

A conversão do biogás em energia térmica pode ser feita de duas formas:

→ Por cogeração, a partir da instalação de conversores de calor nos coletores de escape dos motores, para preaquecimento da água da caldeira de geração de vapor; e

→ pela utilização direta de biogás como combustível em caldeiras ou fornos substituindo a lenha, o bagaço de cana, o diesel ou outro combustível empregado. Entre as aplicações da energia térmica produzida com biogás estão:

---

❶ A geração de água quente e/ou vapor para aquecimento de animais;

---

❷ O resfriamento obtido por dispositivos de troca de calor;

---

❸ Para a refrigeração de produtos perecíveis;

---

❹ Em processos que exijam aquecimento. Aplicar parte do biogás para gerar energia térmica pode substituir a lenha ou combustíveis fósseis utilizados em caldeiras.

---

❺ Em processos que exijam aquecimento. Aplicar parte do biogás para gerar energia térmica pode substituir a lenha ou combustíveis fósseis utilizados em caldeiras.

---

Seguindo os mesmos critérios para se estimar a projeção do biogás como energia veicular, tem-se que o metano ( $\text{CH}_4$ ) componente do biogás, pelo seu alto poder combustível resultante do biogás filtrado, em termos de combustível automotivo, comporta-se como o GNV (gás natural veicular), sendo esperado um consumo de 1 metro cúbico de biometano para 12 quilômetros rodados. Veículos de passeio ou de carga podem utilizá-lo quando adaptados com as mesmas tecnologias de conversão de motores a GNV. Essa pode se configurar em uma alternativa importante quando o biogás for produzido pela mesma cadeia de suprimentos que o utilizará, pois poderia representar a autonomia de combustível e a redução de custos. Por exemplo: uma linha de coleta diária de leite ou uma linha de distribuição de rações.

Pela filtragem, separa-se o metano ( $\text{CH}_4$ ) do gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), que na composição do biogás funciona como antichama, ou não combustível. É separado também o gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), que é corrosivo e, mesmo em pequenas quantidades, produz a corrosão de peças essenciais dos motores. O material particulado, ou pó, e a umidade também são removidos na filtragem. Assim, obtém-se o gás metano com alto teor de pureza, ou biometano, aumentando ao máximo o poder calorífico do biogás e, conseqüentemente, aumentando sua eficiência e possibilidades de aplicação. Considerando o poder calorífico do biogás de 5.000 a 7.000 kcal/m<sup>3</sup> e comparando-o ao potencial calorífico da gasolina, chegamos a um fator de equivalência energética de 0,60 litro de gasolina para cada metro cúbico de biogás (considerando o menor potencial calorífico para o biogás: 5000 kcal/m<sup>3</sup>). Para o diesel este fator é de 0,55 litro de diesel para cada metro cúbico de biogás e, para o gás natural, o fator de equivalência energética é de 0,53 metro cúbico de gás natural para cada metro cúbico de biogás.

Quando se aplicam esses fatores aos dados de produção potencial de biogás no Brasil, estima-se que, se todo o biogás disponível fosse convertido em combustível para veículos, isso representaria em um ano cerca 5,15 bilhões de litros de gasolina, 4,72 bilhões de litros de diesel ou 4,5 bilhões de metros cúbicos de GNV.

Certamente a produção do biogás por biodigestores instalados o mais próximo possível das microcentrais a fim de utilizá-lo como combustível e na geração de energia é a situação locacional que apresenta melhor custo/benefício. Porém nem sempre isso é possível e as unidades de geração muitas vezes ficam distanciadas das unidades de aplicação. Nesses casos, o biogás deverá ser transportado de um local para outro, o que implica na necessidade de se servir de um gasoduto, ou de um sistema de transporte em cestos de cilindros específicos para esse uso.

A solução gasoduto tem importância fundamental para produtores rurais que poderiam gerar biogás em escala inviável economicamente, como acontece com a agricultura familiar ou em assentamentos e mesmo para integrações cooperativadas, com propriedades distribuídas em espaços relativamente próximos ou concentrados. Gasodutos rurais podem ser construídos em tubulação flexível de polietileno de alta densidade (Pead), com diâmetros variáveis entre

20 a 90 milímetros, para reduzir resistências e perdas de carga. A unidade territorial mais adequada para a implantação de gasodutos rurais são as microbacias hidrográficas, como no caso do Condomínio de Agroenergia para Agricultura Familiar do Córrego Ajuricaba, implantado como referência pela ITAIPI Binacional em Marechal Cândido Rondon/PR, cuja configuração se mostra extremamente facilitadora para a adoção de outras práticas sanitárias e conservacionistas associadas para a redução da poluição, seja hídrica seja atmosférica. São condomínios de agroenergia com biogás.

A implantação do Condomínio de Agroenergia Ajuricaba teve como principal objetivo viabilizar 33 propriedades de agricultura familiar existentes na microbacia hidrográfica. Produtores com renda inferior a R\$100 mil por ano e dedicados a produção de leite, carne suína e aves em plantéis de pequeno porte e isolados, não atingiriam escala para usar os estercos e dejetos dos seus animais para

## A CONVERSÃO DO BIOGÁS EM ENERGIA TÉRMICA PODE SER FEITA POR COGERAÇÃO OU PELA SUA UTILIZAÇÃO DIRETA

produzir energias com biogás. A solução, encontrada pela Coordenadoria de Energias Renováveis de ITAIPI foi a instalação de um biodigestor em cada propriedade e a construção de um gasoduto para conectar e transportar o biogás produzido nos biodigestores. O gasoduto transporta o biogás até uma microcentral termelétrica a biogás, onde também são demonstradas aplicações térmicas do biogás em um secador de grãos com fogo indireto.

É de se registrar que não há especificações técnicas, nem regulação para gasodutos rurais no Brasil, sobretudo porque o biogás e suas possibilidades de microgeração “não são vistos” pelos planejadores responsáveis pela Política Nacional do Gás. As empresas de gás dos estados começam a despertar para as possibilidades de geração de energias com o biogás, tornando isso realidade. Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo e Santa Catarina acompanham,

de forma presente, a movimentação realizada por produtores, por algumas empresas estatais de energia e pela Aneel.

### **COOPERATIVISMO COM BIOGÁS**

O biogás, como produto e como fonte renovável de energias, tem todas as características para ser explorado em sistemas cooperativos. Biodigestores podem ser interligados por gasodutos rurais formando conjuntos de redes interligadas com gestão associativa, ou mesmo configurando planejamentos e projetos com base em ordenamento territorial. São muito interessantes, porque oferecem escala para a economia do biogás. Os condomínios de produtores de biogás podem se associar e interligar seus gasodutos a uma só central geradora de energia. Uma cadeia produtiva como essa determinaria uma economia em escala altamente viabilizadora para os participantes. E resultados importantes dos pontos de vista ambiental, energético e, principalmente, econômico.

Esse cenário pode resultar em cooperativismo com biogás, independente da vinculação do produtor a outras cooperativas, ou integrações. As cooperativas de eletrificação rural, que encontram dificuldades para ingressar em geração pelas limitações legais, podem encontrar nos condomínios associados uma interessante solução econômica.

### **REDUÇÃO DE EMISSÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA COM APROVEITAMENTO ENERGÉTICO**

Resultados obtidos por vários pesquisadores têm mostrado panoramas assustadores em relação às mudanças climáticas causadas pela ação do homem no planeta. A emissão de gases de efeito estufa (GEE) tem aumentado ao longo do tempo devido ao consumo de combustíveis fósseis, às novas formas de uso da terra, aos desmatamentos e à agricultura intensiva. As principais fontes de emissão de GEEs no Brasil provém do uso da terra e agropecuária, ao contrário dos países considerados desenvolvidos, onde a energia e o transporte são as maiores fontes de emissão desses gases poluentes.

As preocupações com esses cenários levaram a Organização das Nações Unidas (ONU) a promover acordos entre os países-membros, que estabeleceram a necessidade de controle sobre as intervenções humanas que levam a mudanças no clima planetário. No primeiro acordo em dezembro de 1997, conhecido como Protocolo

de Kyoto, estabeleceu-se que os países industrializados deveriam reduzir, entre 2008 e 2012, suas emissões de GEE. Entre esses gases estão o gás carbônico, o metano, o óxido nitroso e os clorofluorcarbonos (CFC). O índice de redução foi fixado em pelo menos 5,2% abaixo dos níveis registrados em 1990, o que equivale a uma meta mundial de cerca de 714 milhões de toneladas de gases por ano.

Para incentivar essa redução, o Protocolo de Kyoto propôs o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que permite aos países desenvolvidos, caso não consigam ou não possam cumprir suas metas pela redução de emissão de gases de seus próprios parques industriais, comprar dos países que emitem índices baixos de GEE. Essa compra é feita através de títulos, ou CERs - Certificados de Emissões Reduzidas. Para obtê-los, é preciso se submeter às metodologias estabelecidas pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), que conseguem demonstrar a redução das emissões.

## CONDOMÍNIOS DE PRODUTORES DE BIOGÁS PODEM SE ASSOCIAR E INTERLIGAR SEUS GASODUTOS A UMA SÓ CENTRAL GERADORA DE ENERGIA




Um CER corresponde a 1 tonelada equivalente de dióxido de carbono e vale em média no mercado internacional cerca de US\$ 10 por crédito. Com a crise na Europa e nos Estados Unidos a procura por compras de CERs caiu drasticamente e o mecanismo sobrevive congelado, obrigando uma revisão profunda do seu conceito. O fato de que isso tenha se passado não isenta os países de promover reduções de emissão. Começam a ocorrer compromissos voluntários de governos, como o Programa de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono, adotado pelo governo brasileiro.

### **POSIÇÃO BRASILEIRA EM RELAÇÃO ÀS REDUÇÕES DE EMISSÕES**

As Nações Unidas, pela Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), realizaram em 2009 a 15ª Conferência das Partes (COP), em Copenhague, na Dinamarca. Após essa conferência, o Brasil estabeleceu o compromisso voluntário de redução

# OBJETIVOS E AÇÕES

## NA EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA (GEE)

OBJETIVOS	AÇÃO
<b>PARA A REDUÇÃO DE EMISSÕES DA ORDEM DE 669 MILHÕES DE TONELADAS DE CO<sub>2</sub> EQUIVALENTE</b>	<p>Redução de 80% da taxa de desmatamento na Amazônia</p> <p>Redução de 40% da taxa de desmatamento do Cerrado</p> 
<b>PARA A REDUÇÃO DE EMISSÕES ENTRE 133 A 166 MILHÕES DE TONELADAS DE CO<sub>2</sub> EQUIVALENTE</b>	<p>Recuperação de pastagens atualmente degradadas</p> <p>Promoção da integração lavadoura-pecuária</p> <p>Ampliação da área com plantio direto e da fixação biológica de nitrogênio</p> 
<b>PARA A REDUÇÃO EM EMISSÕES VARIÁVEIS ENTRE 174 A 217 MILHÕES DE TONELADAS DE CO<sub>2</sub> EQUIVALENTE</b>	<p>Aumento da eficiência energética, do uso de biocombustíveis, da oferta de hidrelétricas e fontes alternativas de biomassa, eólicas, pequenas centrais hidrelétricas e do uso de carvão de florestas plantadas na siderurgia.</p> 



de emissão de gases de efeito estufa entre 36,1% e 38,9% de suas emissões atuais até 2020.

As metas para cumprir esses compromissos e reduzir as emissões das atividades da produção brasileira de alimentos, constam do Projeto Agricultura de Baixo Carbono, que aponta para a redução de 1 bilhão de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, com as ações apresentadas na tabela da página 90.

Para demonstrar uma das possibilidades de o governo federal cumprir suas metas de redução de emissões através do biogás, pode-se estimar a redução de emissões com base na produção anual desse gás por animais abatidos no Brasil em 8.577,8 milhões de metros cúbicos. Aplicando-se o índice de 60% de metano no bio-

## A PRODUÇÃO DE BIOGÁS PODE AJUDAR NA REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE

gás, obtêm-se uma produção anual de metano de 5.145,6 milhões de metros cúbicos. Com a densidade do metano de 0,72 kg/m<sup>3</sup>, e o potencial de aquecimento global do metano em 21 vezes o do CO<sub>2</sub>, é possível calcular a redução anual potencial de 77,8 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

Comparando-se esse potencial com a meta estipulada pelo Projeto Agricultura de Baixo Carbono, que é de 1 bilhão de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente até 2020, pode-se concluir que o potencial de redução encontrado será de, aproximadamente, 7% dessa meta.

Para as fontes em estado denso de matéria, construímos uma sensacional rede de geração, transporte e distribuição, oferecendo grande comodidade aos consumidores. Mas para obter e usar a energia dos gases, temos tudo a construir.

A ITAIPU  
BINACIONAL  
E O BIOGÁS

reconhecido em todo o setor energético brasileiro, e em alguma dimensão internacional, o protagonismo da ITAIPU Binacional em energias renováveis. Especialmente em relação ao biogás, tratado como produto energético de alto valor estratégico para as cadeias produtivas da agropecuária e da agroindústria, além do saneamento básico urbano e rural, característicos de sua área de atuação no oeste do Paraná.

Em 2003, ao dar posse ao diretor-geral brasileiro, o engenheiro agrônomo Jorge Miguel Samek, o então presidente Luís Inácio “Lula” da Silva estabeleceu o principal desafio para a nova gestão da maior hidrelétrica do planeta: manter-se sensível ao seu entorno, na região de influência da ITAIPU Binacional, ao mesmo tempo em que continuasse a gerar com eficiência os 20% de toda a energia consumida no Brasil.

Na época, a empresa convocou cerca de 400 empregados, brasi-

## ITAIPU BINACIONAL É PROTAGONISTA NO DESENVOLVIMENTO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

leiros e paraguaios, a participarem de um processo de Planejamento Estratégico Situacional. O objetivo foi estabelecer condições para realizar o desafio dado pela presidência, para a empresa olhar para o mundo além de si mesma. Nascia a missão ampliada de ITAIPU, incorporando a dimensão social e ambiental e alinhada com os objetivos do governo federal.

A empresa passou a aplicar seus novos conceitos de gestão ambiental baseada na territorialidade. A nova meta foi preservar a qualidade das águas antes que essas encontrassem as águas do reservatório de ITAIPU, ou seja, desde as nascentes dos rios que alimentam esse reservatório. Estabeleceu-se um programa de ações preventivas e compartilhadas com outros usuários das águas, visando estimular a responsabilidade de gestão ambiental da região por meio da diminuição da poluição hídrica e oferecer condições para a aplicação de conceitos sustentáveis em todas as atividades produtivas.

Logo foi estabelecido um projeto socioambiental de dimensões regionais, o Programa Cultivando Água Boa, no qual este autor teve a satisfação pessoal de participar desde a concepção técnica até os dois primeiros anos de implantação. A região de abrangência do programa foi além dos municípios lindeiros em torno da hidrelétrica e abrangeu a área da Bacia Hidrográfica Paraná III, com um território de cerca de 800 mil hectares e 700 mil habitantes.

Além das ações que a empresa estimulava junto à comunidade, outras foram desenvolvidas com base na rede de monitoramento para gerar ações corretivas. No território existem 13 sub-bacias hidrográficas cujas águas irrigam e alimentam o reservatório da ITAIPU. Somando, desde as nascentes dessas principais sub-bacias hidrográficas, essa região tem um território equivalente a 2,4% do território nacional, é responsável por aproximadamente 20% da produção brasileira de alimentos de origem proteica e tem 75% do território utilizado para a produção de soja e milho, que é convertida em proteína animal por um rebanho de 1,5 milhões de suínos, 45 milhões de aves e 500 mil vacas leiteiras.

## **PLATAFORMA ITAIPU DE ENERGIAS RENOVÁVEIS**

Em 2008, ITAIPU assumiu um compromisso com a Eletrobrás e com a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (Onudi), e essas instituições possibilitaram a realização, em Foz do Iguaçu, do primeiro Fórum Mundial de Energias Renováveis. Como consequência, as diretorias-gerais brasileira e paraguaia de ITAIPU realizaram, por meio de Notas Transversais, a implantação em seu organograma de uma Assessoria de Energias Renováveis em ambas as margens. No caso brasileiro, foi vinculada diretamente ao diretor-geral brasileiro.

Como planejamento estratégico, a Assessoria de Energias Renováveis submeteu à diretoria-geral brasileira um programa que se convencionou chamar de Plataforma ITAIPU de Energias Renováveis. Plataforma tecnológica é um conceito relativamente novo para a organização de trabalhos, que visa promover inovações para o desenvolvimento. Funciona em uma dimensão sistêmica, facilitando a complementariedade e a comunicação dos diversos agentes do desenvolvimento, como pesquisadores, extensionistas, empresários, gestores públicos

e outros, todos interessados em determinados temas específicos.

No caso da Plataforma ITAIPU, a missão adotada foi a de oferecer bases técnicas e conceituais para o desenvolvimento de políticas públicas e negócios em torno da promoção de energias renováveis. A partir da criação de um ambiente favorável para pesquisa, desenvolvimento e inovação, a sociedade poderia obter referências seguras para entrar nesse universo diferente. A estratégia técnica que seria seguida levava ainda em conta alguns princípios gerais, como gestão por qualidade, guiando-se pelo Ciclo PDCA (Planejamento, Desenvolvimento, Controle e Ações corretivas permanentes).

O princípio da territorialidade considera as características territoriais como base do planejamento energético com fontes renováveis, identificando as fontes naturais dos territórios e estabelecendo condições para seu uso. O princípio geral mais importante, que orienta todas as ações da Plataforma, é o do autorreconhecimento

## A PLATAFORMA ITAIPU VISA PROMOVER INOVAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO SISTÊMICO

de ITAIPU como instituição que não opera sozinha nos temas das energias renováveis, mas sempre com parcerias estratégicas.

Pelo princípio da territorialidade, os atributos naturais locais ou regionais são mandatários em um planejamento energético. Considera-se a disponibilidade e intensidade de água, vento, sol e outros recursos, que determinam as possibilidades de se obter energia renovável. Portanto, a primeira premissa do planejamento foi identificar a “vocação regional”, estabelecida pelos recursos disponíveis, para utilizá-los como fontes renováveis, e da  estabelecer a es estratégicas e definir prioridades para seus usos.

Seguindo essa premissa, foram avaliadas as fontes disponíveis na região, dando ênfase àquelas articuladas ao modelo de desenvolvimento regional vigente. Partindo-se da lógica de que energia é um setor portador de desenvolvimento, utilizá-la em harmonia com o desenvolvimento em curso produz eficiência energética. As energias da moda

eram a solar e a eólica, além da “grife” de ITAIPU, a energia hidráulica.

Era grande o assédio à ITAIPU para adquirir processos nacionais e internacionais, com duvidosos benefícios/custos para implantação das fontes renováveis, quanto a suas aplicações em relação às características econômicas do desenvolvimento territorial do entorno. Por exemplo, pelo histórico da estação meteorológica da usina, com 30 anos de registros, verificamos que os ventos na região não asseguravam eficiência para geração eólica, por serem de grande intensidade, em alguns dias e nulos em vários dias consecutivos. Não descartamos a fonte eólica totalmente, mas as possibilidades de sua adoção se mostraram restritas. Em relação à energia solar, ainda que as radiações de média intensidade (segundo o *Atlas Paranaense de Energia Solar*, publicado pela Copel) pudessem oferecer viabilidade para as operações com animais confinados em grandes barracões de produção, com estruturas aptas a receber painéis fotovoltaicos, ainda assim os custos desta fonte seriam impeditivos para a economia local.

## O BIOGÁS E O BIOFERTILIZANTE SÃO PRODUTOS NA ECONOMIA RURAL

Foram incorporados a discussão resultados anteriores obtidos no Ministério do Meio Ambiente, pelo programa Nacional de Meio Ambiente – PNMA II, cujo componente “suinocultura” abordou no início da década as dificuldades ambientais dessa cadeia produtiva para estabelecer a sustentação econômica de programas ambientais a fim de reduzir a carga orgânica dos dejetos desses animais.

Começou-se a perceber a possibilidade real de produzir energia com o tratamento sanitário dos dejetos em biodigestores e produzir biogás, que até então era considerado apenas um subproduto do tratamento anaeróbio junto com outro subproduto, o biofertilizante.

O Relatório do PNMA II destacava um trabalho do IFPRI, entidade voltada para estudos da produção de alimentos no mundo, considerada referência pela FAO, um artigo assinado pelo pesquisador Christofer Delgado (2000) com o título “A Revolução da Proteína”. Em síntese, esse trabalho alertava para um fenômeno econômico de ordem mundial, que seria o deslocamento da produção de pro-

teína animal dos países europeus para os países ao sul da linha do Equador e considerava as suas consequências de ordem social, de saúde pública e ambiental. Delgado identificou pela sigla “SHE effect” (Social, Health, Environment), os efeitos potencialmente negativos produzidos pela conversão de proteína vegetal (milho e soja) em proteína animal (carnes e leite) para a produção de alimentos.

## **SOLUÇÃO ECONÔMICA E AMBIENTAL**

No Brasil, o agronegócio dos alimentos vem se expandindo de forma impressionante e hoje vemos concretizarem-se os prognósticos de Delgado. Em relação ao componente social, a escala de produção tem induzido a concentração de propriedades comprometendo a estrutura fundiária das regiões de produção, como na Região Sul, onde Santa Catarina é exemplo inegável de concentração da escala das propriedades, assim como ocorre na região oeste do Paraná, lindeira de ITAIPU. O efeito na saúde pública vem acumulando crescente risco de segurança biológica, com acúmulo gigantesco de resíduos orgânicos concentrados nas regiões de produção. São inúmeras carcaças de animais e dejetos, acumulando-se e criando ambientes especializados, degradando o meio biológico pelo acúmulo de matéria orgânica residual, sem o devido tratamento.

O efeito ambiental abordou os riscos causados por resíduos e efluentes excedentes da produção de animais estabulados e da agroindústria, dispostos inconvenientemente no ambiente, causando poluição hídrica, pelo elevado teor de carga orgânica e nutrientes neles contidos.

Já se evidenciava, em âmbito local, um dos indicadores que comprovava a tese de Delgado. Trata-se do Índice de Eutrofização das águas dos rios e das zonas periféricas do reservatório de ITAIPU. Esses indicadores de comprometimento da qualidade das águas tiveram grande significância logo após a instalação do reservatório, no momento em que os restos orgânicos, como remanescentes florestais, foram cobertos pelas águas, entraram em decomposição no fundo do reservatório, em ausência de oxigênio, e foram degradados ou digeridos, durante um bom tempo. A eutrofização já declinava significativamente, chegando a ser nula, quando as estações de monitoramento começaram a registrar índices significativos.

Na implantação do Programa, percebeu-se que isso se devia ao

aumento da entrada de sedimentos orgânicos originados da disposição incorreta dos esgotos e lixo urbanos, dos dejetos dos animais, da intensa agroindustrialização. Esses sedimentos eram associados aos minerais originados dos fenômenos erosivos oriundos de intensas modificações do uso dos solos. Ficou claro que, para conter a eutrofização do reservatório, seria impositivo estancar as emissões incorretas dos efluentes, dejetos e resíduos sólidos orgânicos das atividades em operação no território da bacia hidrográfica, pois tratar as águas do reservatório de 135 mil hectares de espelho d'água seria economicamente inviável.

Avaliando as razões pelas quais as atividades produtivas não adotam sistemas de tratamento para seus efluentes orgânicos, constatou-se que os processos sanitários para adequação ambiental aparentemente não são geradores de renda e, portanto, não produzem retorno para se pagarem. Existe o conceito de que os investimentos não cabem na matriz econômica do agronegócio, baseada em produção de

## A BIODIGESTÃO CONTRIBUI PARA A DIMINUIÇÃO DA EUTROFIZAÇÃO DAS ÁGUAS

*commodities*, sempre com margens econômicas muito estreitas.

Combinando, então, a necessidade de se reduzir os índices eutróficos que ocorriam no reservatório e entendendo que a qualidade das águas só poderia ser recuperada se a entrada dos sedimentos orgânicos pelas calhas dos rios que o alimentam cessassem, já que suas grandes dimensões desaconselhavam qualquer intervenção direta e, ainda, somando a necessidade de gerar novas rendas para pagar os investimentos ambientais, encontrou-se como único caminho a seguir a valorização energética da biomassa residual, que era lançada no ambiente sem tratamento sanitário, através da produção do biogás.

De modo tradicional, foram exploradas as possibilidades de obter novas rendas, utilizando-se dejetos brutos, sem tratamento, como biofertilizantes. O processo se demonstrou insuficiente, não sustentável economicamente. A saída foi optar pelo tratamento dos dejetos brutos por digestão anaeróbica, incorporando o biogás, como produto energético, e o digestato, efluente, como biofertilizante.

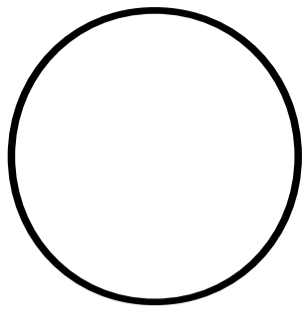


# O BIOGÁS DE ITAIPU NAS PÁGINAS DE REVISTA E INTERNET



Gerar energia com biogás é sinônimo de diversificação da nossa matriz energética. Por isso, a mídia vem dando cada vez mais espaço ao tema e aos esforços de ITAIPU Binacional para que essa energia se torne, no menor espaço de tempo, uma realidade na vida dos brasileiros. Como porta-voz do projeto, Cícero Bley Jr. esclarece o que é o biogás e quais são suas vantagens energéticas e ambientais, buscando sempre aproximar o consumidor do universo da produção de energia e difundindo a ideia da microgeração, em que o próprio usuário participa da geração.

UM CENÁRIO  
PERMANENTE  
PARA O BIOGÁS



desenvolvimento do biogás teve dois grandes picos no Brasil. Ambos tiveram vida relativamente curta e deixaram passivos consideráveis pelos resultados efêmeros que produziram, os quais até hoje inibem o progresso da difusão do biogás no Brasil.

Uma das aparições do biogás ocorreu nos anos 1970, acompanhando a introdução do modelo industrial de produção de grãos e sua conversão em proteína animal, que era baseado na introdução de híbridos vegetais e animais pela genética de alto desempenho. Foram instalados vários biodigestores no modelo indiano e chinês, em estruturas rígidas de concreto, com campânulas metálicas, que foram abandonados e viraram entulho.

Vários foram os motivos que determinaram o fracasso desta tentativa. O primeiro foi o fato de se atribuir aos biodigestores um desempenho além do que se poderia obter, sem que este estivesse

## ESSE É O TERCEIRO PICO DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS NO PAÍS. AS TENTATIVAS ANTERIORES DEIXARAM PASSIVOS

acoplado e ajustado ao manejo da produção. Na época, as canaletas extratoras de dejetos eram instaladas na parte externa dos galpões e os telhados projetavam o escoamento das águas das chuvas em cima das canaletas, na pretensão de obter uma descarga com essas águas. Conectados a elas, os biodigestores recebiam água em volumes imensos. A água ainda estava fria e limpa, quando deveriam ser águas quentes e sujas, com dejetos.

Outro fator negativo importante foi o não cuidado com os desperdícios das águas de manejo, além do conceito do conforto térmico obtido por grandes quantidades de água utilizadas. Essas ocorrências continuaram a ocorrer mesmo após a desativação dos biodigestores. Dessa maneira também estouravam as esterqueiras de cumulação, dado o grande volume de água não considerado em seus dimensionamentos. O problema só foi sanado após a adoção de práticas poupadoras de água, orientadas pela Embrapa Suínos e Aves – Concór-

dia. Além dos aspectos do manejo de águas, também foi decisiva para a justificativa dos biodigestores a queda dos preços do petróleo, aos quais a aplicação do biogás em energia térmica estava atrelada.

O segundo surto do biogás se deu 20 anos depois, na década de 1990, quando o mundo despertou para os impactos das emissões de Gases do Efeito Estufa, a partir da Rio 92, quando a ONU, através do então criado Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), aceitou, com metodologias específicas, a queima do biogás como medida mitigadora de emissões.

Nessa época, inúmeras instituições surgiram no mercado brasileiro “comprando” créditos antecipados e os trocando por biodigestores. Os potenciais produtores de energia eram, principalmente, os produtores de suínos que, por sua vez, encontravam nessa absurda transação financeira uma saída para resolver seus problemas ambientais. Mais inapropriado ainda foi o conceito de que, para obter créditos de MDL, bastava queimar o biogás gerado.

Em ambos os casos, o biogás apareceu como solução e acumulou indicadores negativos. Para, em seguida, carregado de passivos e dúvidas, desaparecer do cenário econômico. Nada foi possível fazer. Nenhuma instituição brasileira, seja pública seja privada, se interessou em manter o biogás como uma fonte de energia inerente aos processos produtivos, cuja renda poderia sustentar verdadeiramente os investimentos na infraestrutura da biodigestão. É gritante a falta de organizações específicas dedicadas ao biogás.

Já as regulações do setor de energia elétrica e combustível não apresentavam oportunidades para o aproveitamento das energias do biogás, provavelmente pela insignificância aparente que seu volume potencial apresentava.

Atribui-se ao físico teórico alemão Albert Einstein (1879-1955) a tese de que “não há como se pretender inserir mudanças em um sistema estabelecido, utilizando os mesmos processos usados pelo sistema que se quer mudar”. Principalmente se o sistema a mudar for um sistema consagrado pelos excepcionais resultados que obtém, e pelo grau de responsabilidade envolvendo qualquer mudança a propor. É preciso construir o novo com critérios e processos próprios suficientemente convincentes para o reconhecimento necessário a fim de que as mudanças propostas sejam aceitas. Foi

a partir dessas considerações que a ITAIPU se dispôs a mobilizar todo o seu conhecimento em geração de energia e aplicá-lo no biogás em geração distribuída.

Na Plataforma ITAIPU de Energias Renováveis, passou a se destinar um orçamento para pesquisa e desenvolvimento em um programa específico de valorização do biogás com energia elétrica em geração distribuída.

O programa proposto pela Plataforma ITAIPU considerou que projetos, mesmo empíricos, podem gerar conhecimento. Aceitando a cultura latina e muito brasileira do “ver para crer” como um componente estratégico da difusão de tecnologias, desde os primeiros passos da Plataforma ITAIPU, optou-se por implantar casos de geração de energia com biogás. Em diferentes escalas reais sempre em parceria com produtores. Com o apoio da Cooperativa Lar, de Medianeira-PR, foram implantados oito projetos.

## ITAIPU IMPLEMENTA PROJETOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA COM BIOGÁS COM PARCEIROS LOCAIS EM ESCALAS REAIS

### **GRANJA COLOMBARI, A PIONEIRA**

O projeto pioneiro na relação de ITAIPU com parceiros em busca da consolidação do biogás como fonte energética renovável foi montado na Granja Colombari, em São Miguel do Iguacu, no Paraná. Tratava-se de uma granja de 3 mil suínos em terminação, envolvendo um estabelecimento familiar estruturado na categoria terminadora de suínos. Alojava 3 mil leitões, entre 25 e 110 quilos, com produção de terminados 2,6 vezes ao ano, produzindo na granja 36 m<sup>3</sup>/dia de vazão média de dejetos.

O proprietário, sr. José Carlos Colombari, foi protagonista de um dos primeiros contratos MDL (Mecanismo de Desenvolvimento Limpo) realizados junto a uma empresa canadense, com a expectativa de obter créditos por redução de emissões de carbono. Colombari conseguiu trocar créditos pela instalação de um biodigestor na granja e assim começou seu projeto energético.

Seu contrato, como milhares de outros Brasil afora, apenas previa a queima de biogás, mesmo havendo metodologia específica para geração de energia elétrica com biogás para realização de créditos, estabelecida pelo IPCC.

Evidentemente que não interessava à corretora canadense nada além da transação financeira em torno dos créditos. Para Colombari, no entanto, o biogás queimado no *flare* representaria uma oportunidade de avançar na infraestrutura do negócio. Se efetivamente fosse convertido em energia elétrica, esta poderia alimentar uma fábrica de ração própria, o que lhe traria ganhos consideráveis. Mesmo em escala relativamente pequena, a fábrica era economicamente inviável pelos custos da energia elétrica necessária para a operação. Por conta própria, o proprietário, mantendo o contrato MDL medido no *flare* de queima, resolveu aproveitar o excedente do biogás produzido para gerar energia elétrica. Conduziu então o biogás para alimentar um con-

## MOTORES A GASOLINA PRECISAM DE POUCAS ADAPTAÇÕES PARA USAREM O BIOGÁS

junto motogerador, utilizando um motor a gasolina modelo AP-2000.

Motores a gasolina praticamente não necessitam de grandes modificações para usar GNV. Por consequência, também para usar biogás, ainda mais sendo usado como motor estacionário. Por essa razão, foram os primeiros motores a biogás utilizados no Brasil. Sendo um motor automotivo e tendo de funcionar com biogás a 3.000 RPM, constantes em regime estacionário, o velho AP-2000 não demorou muito para derreter. Foi então substituído por um motor ciclo diesel, adaptado com velas de ignição, apresentados ao mercado como a segunda geração de motogeradores a biogás. Foi um começo e a visão estratégica de Colombari se fez realidade. A fábrica de ração própria foi instalada, alimentada a energia elétrica com biogás e a lucratividade da granja, com a autossuficiência em ração, aumentou consideravelmente.

Na granja sobrava energia elétrica gerada com biogás. Por inter-

venção da Cooperativa Lar, foi feito um contato da ITAIPU/Energias Renováveis com a Granja Colombari, uma vez que a ITAIPU já se posicionava publicamente em apoio à microgeração com biogás. Essa tinha seu motivos próprios para buscar esse acordo – a proposta de valorização da biomassa residual, que era lançada de forma corriqueira no reservatório, quase sem tratamento sanitário.

O contato Colombari-Lar-ITAIPU, iniciado em 2007, concretizou a cooperação da ITAIPU, a maior geradora de energia hidrelétrica do mundo, com a menor geradora termelétrica em operação na região. Percebeu-se ali que era possível sair das meras figuras de retórica anunciando a importância das energias renováveis, pela formação real de parcerias fundamentais para a edificação de um mundo novo das energias.

Priorizou-se a mobilização de fontes de energias renováveis disponíveis para a eficiência energética das atividades da granja e a demonstração da viabilidade de um sistema complementar com a inclusão de microgeradores em geração distribuída – esses conectados ao sistema oficial e em regime sincronizado. Estamos falando de um sistema verdadeiramente complementar, nascido de dentro do próprio sistema elétrico convencional, construído segundo as regras e regulações, respeitando as exigências técnicas e de segurança das redes de distribuição, dos vizinhos que compartilham as redes e do próprio microgerador.

Reconhecendo que esse novo sistema aconteceria no setor de distribuição, portanto na ponta oposta do sistema em que ITAIPU atua como geradora, a diretoria-geral brasileira gerenciou para que a Copel viesse a participar do projeto Colombari.

Como a estrutura de geração com biogás de energia elétrica já estava em funcionamento na granja, o objetivo do projeto foi desenvolver soluções para o monitoramento, controle e proteção do microgerador e da rede elétrica para sincronizar a conexão em paralelo com os seguintes objetivos:

- Conectar microgeradores em qualquer ponto da rede de distribuição sem provocar violação dos requisitos de segurança da rede, no caso administrada pela Companhia Paranaense de Energia (Copel);
- Eliminar riscos de avaria dos equipamentos elétricos dos proprietários rurais e domiciliares conectados;

→ Respeitar as características e ajustes do sistema de distribuição da Copel;

→ Elaborar o sistema de proteção do gerador sensível para condições anormais (falhas) de operação da rede de distribuição.

A Copel elaborou uma proposta técnica para o painel de comando e proteção de rede. Estabeleceu uma parceria com a empresa Woodward e desenvolveram um painel semipronto que daria atendimento à quase totalidade dos requisitos técnicos. Concluiu-se que a utilização desse painel simplificaria sobremaneira o trabalho, por ter a empresa apresentado uma solução já semidesenvolvida.

Para o testar o processo visando o seu comissionamento, a Copel provocou 12 simulações de anomalias diferentes na rede elétrica para testar a seletividade e sensibilidade do sistema de medição, controle e proteção. Os testes confirmaram a sensibilidade do painel, que reagia em milissegundos às alterações provocadas. O sistema revelou-se mais eficiente do que o próprio

## A GRANJA COLOMBARI TEM PRODUÇÃO MÉDIA DE 750 M<sup>3</sup>/DIA DE BIOGÁS

sistema de proteção da rede, comprovando a segurança de operação da unidade de geração de energia elétrica.

É importante destacar que essa iniciativa resultou no desenvolvimento tecnológico de painéis, que é um componente indispensável nas conexões em geração distribuída.

Em 10 de janeiro de 2008, a Copel fez o comissionamento do projeto Colombari, aceitando a energia excedente gerada. Isso significou que a Granja Colombari foi homologada para atuar como unidade geradora de eletricidade no sistema elétrico nacional. A própria Copel levou a solução à Aneel e ao Operador Nacional do Sistema, apresentando as motivações e as bases técnicas do Programa de Geração Distribuída do Paraná, sendo que houve boa receptividade da Aneel.

Na atualidade, a Granja Colombari produz em média 53 m<sup>3</sup>/dia de dejetos cujo tratamento é feito em dois biodigestores, com produção média de biogás de 750 m<sup>3</sup>/dia. Para utilizar o biogás na ge-



ração de eletricidade, a granja usa um grupo motogerador com potência instalada de 104 kVA, produzindo em média 1.000 kWh/dia, operando em geração distribuída em paralelo a rede da Copel.

A nota fiscal de produtor rural de José Carlos Colombari, a mesma nota usada pelo produtor para vender produtos rurais que produz, como grãos, suínos, bois, passou a ser utilizada para vender um novo produto rural, a energia elétrica. O excedente da energia empregada pela granja forma um novo centro de custos e negócios para a atividade rural. Note-se que o faturamento do mês de fevereiro de 2011 foi de cerca de R\$ 2.500,00, relativos a venda de pouco mais de 19 MW hora/mês, ao preço de R\$ 135 por MW hora/mês. Em outras palavras, a economia rural que ocorria na Granja Colombari foi enriquecida com mais um produto, e este de valor estratégico para o produtor, pois serve-se da mesma energia para incrementar a produtividade do seu trabalho.

Além de tudo que representam em termos de energia, de um novo sistema baseado na inclusão energética do microgerador em geração distribuída, as notas fiscais do sr. Colombari, oficializando a venda de energia para a Copel, comprovam a possibilidade real de se transformar o conhecimento sobre energia, acumulado pelo setor elétrico, armazenado nos arquivos científicos, em economia. A nota fiscal é a transformação concreta de conhecimento em renda.

Diante dos resultados na Granja Colombari, a ITAIPU decidiu encontrar novos parceiros para construir outras unidades de demonstração em diferentes escalas de produção, visando criar um laboratório a céu aberto e em escala real, para proporcionar condições de desenvolvimento do biogás como fonte renovável de energia.

## **ABATEDOURO DE AVES DA COOPERATIVA LAR MATELÂNDIA / PR**

Atualmente com capacidade de abate de 270 mil aves por dia, esta instalação conta com um sistema de tratamento de efluentes composto por dois biodigestores, modelo de lagoa coberta, que recebem o equivalente a 960 m<sup>3</sup>/dia de efluentes industriais.

O sistema produz 1.700 m<sup>3</sup> diários de biogás, que alimentam três motogeradores, sendo dois de 50 KVa e um de 100 KVa de potência instalada. O biofertilizante obtido é destinado ao plantio de eucalip-

to, anexo ao abatedouro, por meio de um sistema de fertirrigação. A Cooperativa Lar tem planos de aproveitar o biogás para a geração de energia térmica e aplicação em seu processo industrial.

Nessa unidade também existe em operação um sistema de filtração de biogás construído pela ITAIPU/Energias Renováveis em parceria com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, para a redução do gás sulfídrico (gás altamente corrosivo) componente do biogás.

## **FAZENDA STAR MILK CÉU AZUL / PR**

A Fazenda dedica-se às atividades de agricultura, pecuária de leite e reflorestamento. A produção de leite é realizada por 1.100 vacas holandesas, sendo 550 vacas em lactação mantidas em sistema de confinamento. Além disso, produz grãos em 550 alqueires de área.

## **A NOTA FISCAL DO COLOMBARI PASSOU A SER UTILIZADA PARA VENDER UM NOVO PRODUTO RURAL: A ENERGIA ELÉTRICA**

O sistema de produção de leite produz 200 m<sup>3</sup>/dia de dejetos, que em biodigestores produz cerca de 1.440 m<sup>3</sup>/dia de gás. Com essa vazão de biogás é alimentado um gerador de 330 kVA de potência instalada, ao qual trabalha atendendo as instalações internas em até 210 kW, suprimindo até 85% da necessidade de energia elétrica da propriedade. Assim, a produção diária de energia elétrica chega a 1.500 kWh.

## **UPL DA COOPERATIVA LAR ITAIPULÂNDIA / PR**

A Unidade Produtora de Leitões da Cooperativa Lar em Itaipulândia opera com 6.150 matrizes de suínos e produz diariamente cerca de 166 m<sup>3</sup> de dejetos, com produção de biogás no sistema de tratamento de efluentes de 1.450 m<sup>3</sup>/dia, convertido em 1.800 kWh de energia elétrica diariamente. A unidade de Itaipulândia tem potên-

# NOTA FISCAL DA GRANJA COLOMBARI SÃO MIGUEL DO IGUAÇU (PR) PRODUÇÃO EXCEDENTE: R\$ 2.592,40 DE ENERGIA ELÉTRICA

EMITENTE		NOTA FISCAL DO PRODUTOR		NÚMERO DA NFP																									
JOSE CARLOS COLOMBARI E ELIANI A. SALBEGO COLOMBARI P/LURURAIS Nº03-B, 04-B, GL SILVA JARDIM - INCRA: 7211740437700 Linha Marfim, Linha Marfim SÃO MIGUEL DO IGUAÇU - PR (45) 35857078 (45) 99781400 85877000		REGISTRO ESTADUAL DO PRODUTOR Nº 03-05		000468 SÉRIE:																									
NATUREZA DA OPERAÇÃO Venda		CNPJ OU CPF 488.207.688/0001-06		2ª VIA PREFEITURA																									
DESTINATÁRIO COPEL Distribuição S.A. Rua Jan. Isidoro Brazetto 158 Bloco C Anjo-ssunã Curitiba P. 81200-240		CNPJ OU CPF 04368898/0001-06 REGISTRO ESTADUAL 90233073-99		DATA LIMITE PARA EMISSÃO 1/01/2012																									
DADOS DO PRODUTO		DATA DE EMISSÃO 14/03/11		DATA DE SAÍDA/ENTRADA 14/03/11																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS</th> <th>UNID.</th> <th>QUANTIDADE</th> <th>VALOR UNITÁRIO</th> <th>VALOR TOTAL</th> <th>ALÍQUOTA ICM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ENERGIA ELÉTRICA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>período 01/02 a 26/02/11</td> <td>MWH</td> <td>19,203</td> <td>134,44</td> <td>2.592,40</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="6">Produção ANEEL Homologada no 1482 de 28/07/08</td> </tr> </tbody> </table>		DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS	UNID.	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL	ALÍQUOTA ICM	ENERGIA ELÉTRICA						período 01/02 a 26/02/11	MWH	19,203	134,44	2.592,40		Produção ANEEL Homologada no 1482 de 28/07/08						DATA DE RECEBIMENTO 10/03			
DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS	UNID.	QUANTIDADE	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL	ALÍQUOTA ICM																								
ENERGIA ELÉTRICA																													
período 01/02 a 26/02/11	MWH	19,203	134,44	2.592,40																									
Produção ANEEL Homologada no 1482 de 28/07/08																													
CÁLCULO DO IMPOSTO		VALOR TOTAL DA NOTA 2.592,40																											
TRANSPORTADOR / VOLUMES TRANSPORTADOS		Nº DE CONTROLE DO FORMULÁRIO 05492																											
DADOS ADICIONAIS		INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES																											
ASSINATURA DO EMITENTE JOSE CARLOS COLOMBARI E ELIANI A. SALBEGO COLOMBARI		ASSINATURA DO RECEBEDOR																											

Dos sistemas modelados na inclusão energética do microgerador surge um novo produto no meio rural. Comercializada pelos produtores, a energia elétrica passa a gerar renda. Caso do sr. Colombari e sua nota fiscal.

cia instalada de 200 kVA, gerada por dois grupos motogeradores em geração distribuída. A energia é consumida internamente e a excedente comercializada com a Copel.

### **UPL DA COOPERATIVA LAR SERRANÓPOLIS / PR**

Esta unidade produtora de leite, situada na cidade de Serranópolis-PR, também produz biogás no sistema de tratamento de efluentes.

A média é de 1.000 m<sup>3</sup>/dia, convertida em energia elétrica por um grupo motogerador com potência instalada de 330 kVA.

A produção de energia elétrica é de aproximadamente 1.400 kWh/dia, consumida internamente.

Mais recentemente, dando continuidade ao programa de implantação de unidades de demonstração, a ITAIPU/Energias Renováveis firmou parceria com a Coopervale – Cooperativa Vale do Piquiri de Palotina que implantou:

### **AMIDONARIA NAVEGANTES COOPERATIVA CVALE ASSIS CHATEAUBRIAND / PR**

Trata-se de uma unidade industrial que produz amido modificado a partir de mandioca. Em operação desde setembro de 2002, processa até 420 toneladas de mandioca por dia. Tem uma vazão efluente entre 570 m<sup>3</sup>/dia e 1.620 m<sup>3</sup>/dia, dependendo do momento da safra.

O biodigestor produz em torno de 20.000 m<sup>3</sup>/dia de biogás que é utilizado na substituição de cavaco de madeira em uma caldeira na própria indústria, o que reduziu em aproximadamente 90% o consumo de cavaco.

### **AMIDONARIA SÃO JOSÉ E COOPERATIVA CVALE TERRA ROXA / PR**

Outra unidade industrial para produção de amido da mesma cooperativa, localizada na cidade de Terra Roxa com a vazão de efluentes de 1.800 m<sup>3</sup>/dia, produz 15.000 m<sup>3</sup>/dia de biogás. Utilizado em caldeira, substituem 80% do cavaco de madeira que era consumido na caldeira.

**GRANJA COLOMBARI - SÃO MIGUEL DO IGUAÇU (PR)**  
**UM MOTOGERADOR COM POTÊNCIA INSTALADA**  
**DE 104 KVA PRODUZ EM MÉDIA 1.000 KWH/DIA**



A Granja Colombari abriga o projeto pioneiro de geração com biogás, em parceria com ITAIPU

# A GERAÇÃO COLETIVA DE ENERGIAS COM BIOGÁS

Em 2010, o projeto das unidades de demonstração começava a ser divulgado e já começava a mostrar resultados. Após uma visita à Granja Colombari, o então Secretário de Agricultura e Abastecimento do Paraná, Walter Bianchini e seu diretor-geral, Herlon Goelzer de Almeida, propuseram a geração de energia para propriedades voltadas à agricultura familiar. “São propriedades familiares com renda anual de até R\$ 100 mil e poderiam utilizar os recursos naturais, a produção e os próprios espaços das propriedades para desenvolver uma nova economia, com a geração de energia. Temos de aplicar a eles os conceitos de Colombari”, argumentavam. Como já estudávamos a viabilidade econômica do projeto Colombari, tínhamos a noção de que a escala do projeto era determinante para a sua viabilidade. Portanto, a microescala, como a da agricultura familiar, não se constituía em um projeto promissor. Em todo caso, aceitamos a missão e passamos a avaliar o desafio que se apresentava.

As principais referências vinham da Europa. Da Alemanha, mais precisamente, com cerca de 6 mil unidades geradoras de biogás. Visitamos algumas e vimos que o modelo alemão é baseado em biodigestores de alta tecnologia, construções em concreto armado, cobertura de lonas especiais, peças automáticas em aço inox, serviços de aquecimento e agitação, controles eletrônicos e filtros de membrana. Para viabilizar os projetos nesse grau tecnológico é necessário concentrar o maior volume possível de dejetos, coletando-os em 8 ou 10 granjas próximas. Por lá, as tarifas de energia elétrica são subsidiadas. São as tarifas *feed-in*, que incorporam às taxas de energia as externalidades ambientais e econômicas geradas pelo negócio, para incentivar projetos em geração distribuída.

## **REALIDADE BRASILEIRA**

O conceito da concentração de dejetos produzidos em granjas próximas para alimentar os digestores de alta tecnologia se revelavam inadequados para nossa realidade. A logística de transporte para trazer os dejetos de pontos de coleta próximos só é viável até 2 quilômetros, como demonstrado em vários estudos que constam do Manual do Programa Nacional de Meio Ambiente II, editado pela Funpar/UFPR em 2001.

Agrava essa situação o fato de também ser economicamente inviável o retorno do digestato às propriedades. Dois percursos de transporte de líquidos realizados em território brasileiro, com grandes distâncias entre pontos de coleta vizinhos, limitam qualquer alcance econômico de projetos que se fundamentem em concentração de dejetos.

Além do mais, as autoridades ambientais no Brasil desaconselham a concentração de materiais poluentes, pois complicam o tratamento e concentram o risco de poluição.

O outro conceito, o de tarifa *feed-in*, não apresenta a menor possibilidade de ser empregado no Brasil. Não só para o biogás, mas para todas as energias renováveis, em geração distribuída ou não. As autoridades do setor elétrico brasileiro rejeitam qualquer possibilidade de subsídios para fontes renováveis. Primeiro porque o Brasil, com uma matriz elétrica limpa e renovável, não tem ne-

## O PARQUE TECNOLÓGICO ITAIPU DESENVOLVEU UM SOFTWARE LIVRE PARA CADASTRAR MICROGERADORES

nhuma motivação para incentivar o uso dessas fontes através de subsídios. Segundo porque subsídios impactam num valor fundamental do setor, a modicidade tarifária, já que qualquer subsídio é pago pela sociedade como um todo.

Diante disso, o conceito básico que prevaleceu para configurar a geração de energia em propriedades de agricultura familiar, que não são viáveis para gerar energia de forma unitária, foi o de instalar biodigestores em cada uma das propriedades do projeto e canalizar o biogás produzidos neles por um gasoduto, até uma microcentral termelétrica para conversão em energias. O digestato produzido nos biodigestores não se moveria das propriedades, mas ficaria com a logística equacionada para ser usado na propriedade, em áreas agrícolas ou pastagens.

Evidente que sair do conceito da geração de energia em uma unidade produtiva, como no caso Colombari, para uma geração



coletiva de energia, aglutinando propriedades de agricultura familiar, implicaria em escolher propriedades vizinhas, ou próximas. Para permitir organizar e ordenar a vizinhança num determinado território, agregou-se ao projeto o conceito de microbacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento energético.

## **REGIÃO FAVORÁVEL**

Sob o ponto de vista estritamente energético, a geração por microbacias contém um excelente critério para os planejadores do setor elétrico, já que estabelece uma única conexão à rede de distribuição, em vez de uma conexão para cada microgerador. O conceito, portanto, serve para a agricultura familiar e também para seus possíveis vizinhos de maior escala, o que reduz consideravelmente a expectativa de riscos de sobrecarga de ligações na mesma rede de distribuição. É possível que um dia venha a se tornar uma forma preferencial de conexão para a agroenergia em geral.

A opção por microbacias hidrográficas, como unidades de planejamento territorial, determinou a escolha entre as possibilidades de sistemas de informações geográficas (GIS) de uma metodologia capaz de cadastrar microgeradores e seus diferentes potenciais de geração, relacioná-los entre si para obter a produção final coletiva e ainda relacioná-los no ambiente territorial. Optou-se, então, por utilizar a metodologia Cadastro Técnico Multifinalitário, um GIS cadastral, o que é feito em software livre, de códigos abertos, para oferecer ampla acessibilidade e baixos custos aos potenciais usuários. O Centro Internacional de Hidroinformática, localizado no Parque Tecnológico Itaipu, vem desenvolvendo esse tipo de ferramenta de GIS há pelo menos 8 anos. A gestão territorial não necessariamente precisa ser feita com imagens de alta resolução e softwares de alta precisão, como os de modelagem, por exemplo.

Consolidado o conceito básico e sua principal ferramenta de gestão territorial aplicada à agroenergia, o próximo passo seria definir como e onde implantar o projeto, considerando que na Bacia Paraná III a maior concentração de criação de animais estabulados, suínos, vacas leiteiras e aves ocorre ao norte da bacia. Em um arco entre Marechal Cândido Rondon até Toledo e Cascavel, seguindo mais ou menos o território da sub-bacia hidrográfica do rio São Francisco Verdadeiro, prin-



principal afluente do reservatório de ITAIPU, com área aproximada de 250 mil hectares, determinou-se que esta deveria ser a região que sediaria o projeto, pois asseguraria condições favoráveis para a sua difusão.

Com esse mesmo objetivo percebeu-se a necessidade de envolver a assistência técnica desde o início. Assim foi oferecida uma parceria no projeto para a Emater do Paraná - Escritório de Toledo. Já nas primeiras conversas com a equipe técnica da Emater, surgiu a microbacia hidrográfica do córrego Ajuricaba, no município de Marechal Cândido Rondon, como a região ideal para a implantação do projeto, pois 99% dos proprietários eram de agricultura familiar.

A agricultura familiar, atividade agropecuária de pequena escala, ocorre em 85% da estrutura fundiária do oeste do Paraná. A região é limdeira do reservatório de ITAIPU. De acordo com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária/Incra, e pela Organização para Agricultura e Alimentação das Nações Unidas/FAO, no Brasil cerca de 4,1 milhões de estabelecimentos podem ser considerados de agricultura familiar. São responsáveis por cerca de 40% do valor bruto da produção agrícola e pecuária, ou 60% dos alimentos consumidos pela população brasileira. Cerca de 70% dos grãos, e 84% da mandioca, são produzidos a partir dessa classe de produtores, bem como 58% da produção de suínos, 54% do gado leiteiro, 49% do milho e 40% de aves e ovos. As atividades da família na agricultura, em épocas de colheita ou de intensos fluxos financeiros, refletem diretamente nos setores do comércio locais e sobre o setor industrial nacional, que lhes ofertam máquinas, insumos, sementes, ferramentas etc. Além disso, os serviços locais também são estimulados pela agricultura familiar.

É importante considerar que, por menor que seja uma propriedade de agricultores familiares, ela dispõe de espaços e recursos naturais. Em suas produções, podem existir oportunidades para o desenvolvimento de uma nova vocação para seus proprietários, a agroenergia. Podem ser utilizadas fontes de base física, como painéis solares, aerogeradores, microcentrais hidrelétricas, assim como de base biológica, como biomassas florestais, agrícolas, aquáticas e residuais, com o aproveitamento destas na forma de resíduos e efluentes orgânicos, considerados lixos e descartáveis.

Todas as fontes mencionadas, se ativadas em um determinado

local, intensificam o seu desenvolvimento econômico, ativando os serviços de engenharia de projeto, manutenção elétrica e mecânica e assistência técnica em processos. Podem também ativar o comércio de equipamentos, matérias-primas, máquinas, motores, geradores, tubulações, painéis de controle, ligações à rede elétrica de baixa, média e alta tensão. Porém só os processos biológicos de geração de energia vão além. Incorporam as externalidades positivas ambientais e oferecem a possibilidade do desenvolvimento, induzido pela energia ambientalmente sustentável.

Utilizando a ferramenta de gestão territorial Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM), software de geoprocessamento livre e de código aberto, desenvolvido pelo Centro Internacional de Hidroinformática/PTI, no território da microbacia Ajuricaba, foi possível identificar e cadastrar 33 propriedades ali instaladas trabalhando com a criação de animais, suínos, vacas de leite e aves. A partir do cadastramento foi possível mapear o potencial de produção de biogás presente em cada propriedade e estruturar a logística final do projeto, que viria a ser constituído de um biodigestor em cada propriedade, captação e transporte do biogás por gasoduto rurais e, ao final, uma microcentral termelétrica a biogás a ser gerida em condomínio cooperativo entre os produtores participantes.

A escolha do território teve grande influência dos técnicos da Ema-ter-PR, extensionistas com grande conhecimento regional, que seguindo o critério proposto pelo secretário de Agricultura, identificaram a maior ocorrência de agricultura familiar. A microbacia escolhida foi a do ribeirão Ajuricaba, situada a dez quilômetros do limite urbano do município de Marechal Cândido Rondon. Trata-se de um território de aproximadamente 2 mil hectares com 99% de agricultores classificados como familiares. A situação dos produtores do Ajuricaba apresentava-se social e economicamente crítica. Situada em região periurbana do município, teve a população jovem atraída facilmente para os empregos na cidade. Sobraram os casais pioneiros, envelhecidos e, principalmente, sem esperança, já que é cruel a vida para quem não tem escala de produção no modelo agropecuário que vivemos no País. As estruturas produtivas despencavam. As partes de madeira apodrecidas, as vacas com lama e estrume pelos joelhos, o leite ao pasto.

A escolha do Ajuricaba foi comunicada ao então prefeito Moacir Froe-

lich, ao mesmo tempo em que se constituía um grupo de trabalho integrado pela prefeitura de Marechal Cândido Rondon, Emater e ITAIPIU. A primeira tarefa do grupo foi nivelar os conceitos do projeto buscando uma linguagem homogênea e escolher a forma de elaborá-lo. Essa recaiu na metodologia PMBok do PMI – Project Management Institute, que facilitou muito os trabalhos de elaboração, realizados em oito reuniões e dois meses de trabalho.

Além da concepção do condomínio cooperativo idealizado pela equipe de Cooperativismo da Emater-PR, uma série de tecnologias inovadoras, específicas para pequena escala foram desenvolvidas para viabilizar o projeto:

---

❶ Definição das propriedades e critérios de elegibilidade de participação, com a caracterização da renda bruta dos produtores e enquadramento dos mesmos conforme as classes de aptidão do Pronaf. Levantamento cadastral dos dados referentes à produção, ao tamanho do plantel de animais, critérios de manejo e produção de dejetos. Ao mesmo tempo foi realizada a mobilização dos produtores selecionados através da adoção das práticas de educação ambiental;

---

❷ Definição de tipos de biodigestores para as propriedades. No Brasil, após o surto dos contratos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo – MDL, ocorrido em fins dos anos 90, a maioria dos digestores instalados seguiu o “modelo canadense”. Esse modelo usa lagoas anaeróbias cobertas com lona plástica, considerados como digestores de baixa tecnologia. A profundidade das lagoas cobertas é fundamental para a realização da anaerobiose. Para se chegar a ela, o modelo de cálculo dos biodigestores considera a vazão influente a tratar e o tempo de retenção, ou residência, que deve permanecer no biodigestor. Isso segue parâmetros como taxa de remoção da carga orgânica, a temperatura da biomassa e outros, que determinam a geometria do biodigestor e sua profundidade. Com um pequeno número de animais produtores na região, e sua consequente vazão também baixa, os biodigestores tipo canadense dificilmente apresentariam boa eficiência na região. Afinal, pequenas escalas de vazões determinam biodigestores muito rasos, sem a necessária profundidade para provocar um ambiente anaeróbico.

Some a isso o fato de que ainda seriam biodigestores completamente vulneráveis às oscilações da temperatura do ambiente, que é um fator determinante para a eficiência do processo.

Foi então que técnicos locais da Emater-PR informaram que o agropecuário Pedro Koeller, autodidata em conhecimentos sobre biodigestão, havia conseguido desenvolver para a sua granja de vacas leiteiras, um biodigestor em fibra de vidro, acoplando duas caixas d'água de cinco metros cúbicos. Pedro era morador em um sítio no município de Toledo, a 40 quilômetros do Ajuricaba. Em visita ao seu rancho, constatamos surpresos o domínio sobre a biodigestão dos dejetos e o uso do biogás para várias aplicações na propriedade, desde a cozinha da casa, o aquecimento de água para o manejo das instalações e também para o acionamento de um pequeno motor Fiat 147. Imediatamente convocamos Pedro a participar do projeto, fundar uma empresa e instalar-se no Programa de Empreendedorismo do Parque Tecnológico Itaipu. O que foi feito, preparando a empresa recém-criada para fornecer serviços e equipamentos ao Projeto Ajuricaba.

## **CONDOMÍNIO DE AGROENERGIA PARA A AGRICULTURA FAMILIAR/AJURICABA**

Considerando a possibilidade de tratamento anaeróbico de dejetos em baixas vazões proporcionado pelo “biodigestor do Pedro”, deu-se início à elaboração dos projetos executivos dos biodigestores rígidos e canadenses, dependendo da vazão dos dejetos de cada granja. Também foram projetados os compressores e os gasodutos primários das propriedades, através dos quais o biogás produzido seria canalizado à microcentral.

Foram também projetadas, caso a caso, as adequações e realocações das instalações produtivas, pocilgas e estábulos, naquele momento sem condições para realizar a coleta dos dejetos de um modo correto ou mesmo aquelas que estivessem em áreas de preservação permanente. O projeto condominial exigiu definições para os seguintes componentes:

---

❶ **Gasodutos rurais de baixa vazão e pressão:** Transportar o biogás e não dejetos até um local de aproveitamento, distingue a logística brasileira do biogás da usada na Europa (origem na Alemanha). Esta

concentra dejetos para tratamento em biodigestores de alta tecnologia, para superar as severas condições de clima e biodiversidade das regiões frias, condições que não nos afetam de forma tão limitante. Como temos excelentes condições de clima e biodiversidade (microrganismos detritívoros) para digestão anaeróbica, podemos manter biodigestores de baixa tecnologia nas propriedades e com isso podemos evitar o transporte de dejetos a um biodigestor central e do digestato às propriedades para aplicação ao solo.

Até aquele momento não havia nenhuma referência sobre gasodutos de pequena vazão e pressão no Brasil. Todas as referências eram dos gasodutos utilizados pela Petrobrás com altas vazões e pressões. Na busca por referências encontramos um gasoduto em Chapecó/SC, instalado na Cooperativa Seara, para canalizar biogás da lagoa de tratamento até a área industrial para flambar carcaças. Essa instalação foi desenvolvida pelo engenheiro Santiago Ibarra, da empresa Geter Consultoria. O engenheiro Santiago foi então contratado para elaborar o projeto do Ajuricaba, com dimensões projetadas de 25 quilômetros, portanto com grau de complexidade muito maior do que o utilizado pela Cooperativa Seara.

Desse projeto foram estudados e consolidados os critérios relevantes para um projeto de gasoduto rural. O movimento do biogás seria garantido por compressores de 2 BAR apenas, instalados próximos aos biodigestores nas propriedades. Essa pressão interna, necessária e suficiente para movimentar o biogás em percursos relativamente curtos e de baixa vazão e em terrenos acidentados, determinou a possibilidade de se utilizar tubulações em polietileno de baixa densidade (Pead), de 90 milímetros, em vez das tubulações em aço reforçado utilizadas nos gasodutos da Petrobras, cujas pressões internas chegam a 400 BAR.

Com esses critérios foram projetados os ramais de gasodutos primários. Foram instalados medidores de biogás na entrada de cada propriedade para saber a quantidade produzida; em terrenos das propriedades, para conectar os biodigestores com o gasoduto principal; nas margens das estradas rurais; e cruzando o rio Ajuricaba, nas pontes rodoviárias existentes.

Outra medida importante foi projetar caixas de passagem para drenos de água, no gasoduto, que passam pelas partes baixas da área de implantação. Essa água poderia permanecer nos tubos e

impedir a passagem do biogás. As tubulações foram enterradas a 1,5 metros de profundidade, envoltas por uma camada de 0,5 metro de areia branca, para identificar a tubulação em casos de necessidade de movimentação de terras sobre elas. Se não fosse um gasoduto implantado nas marginais de estradas rurais, a profundidade de aterramento poderia ser menor, que é o caso dos gasodutos localizados em áreas particulares. A Superintendência de Obras da ITAIPU fez testes de estanqueidade a cada trecho de gasoduto entregue implantado, constatando assim as condições de transporte sem perdas de gás. Todos os trechos do gasoduto foram identificados com estacas em tubos de ferro amarelos com cones em ferro. Amarelos nas áreas particulares e vermelhos ao longo dos trechos do gasoduto principal. Além disso, adaptaram-se fogões e fogareiros para uso do biogás na cocção de alimentos e na esterilização de ordenhadeiras, reduzindo gastos com botijão de gás e agregando valor ao leite produzido.

---

**② Microcentral Termelétrica a Biogás – MCT:** Os dois ramos do gasoduto principal que chegam pela estrada à MCT entram por um ramo interno de tubulação e separam-se em dois ramos internos. Um em direção ao gasômetro de biogás bruto, em Pead, com capacidade de 24 horas de armazenagem da produção coletiva e outro em direção a um secador de grãos a biogás. Do gasômetro, o biogás sai para uma unidade de filtragem montada em um skid\*, com duas colunas, uma para filtragem de gás sulfídrico e outra para filtragem de gás carbônico. Uma casa de controle faz o monitoramento do biogás bruto e do biogás filtrado. Resultados de mais de um ano e meio de medições mostram a remoção de 100% do H<sub>2</sub>S e de 95% do CO<sub>2</sub>, resultando em biometano a 95% em média, enquadrado nos padrões estabelecidos pela Resolução ANP nº 16.

O motogerador com potência de 100kW/h, com motor Mercedes Benz estacionário, modificado pela metalúrgica e instalado na casa de máquinas, é alimentado tanto por biogás bruto sem H<sub>2</sub>S, como por biometano. A energia elétrica gerada é controlada por um painel eletrônico, com relê de quatro quadrantes que sincroniza o gerador com a rede de distribuição da Copel. Foram realizados estudos da topografia da rede elétrica de distribuição no ramal de alimentação



da MCT, e ensaios e testes em laboratório do sistema desenvolvido; com operação supervisionada do painel desenvolvido em campo, todos em conjunto com a Copel.

---

**3 Gestão da MCT e do sistema:** Estudadas as formas de organização societária para a gestão do empreendimento, a Emater-PR propôs a forma jurídica de condomínio cooperativo. Assim pode-se conceber a estrutura societária, critérios de responsabilidade e participação de resultados e personalidade jurídica. Foi fundada pelos produtores envolvidos a Cooperbiogás. Há um estatuto para o condomínio cooperativo de agroenergia, obtendo-se o registro do Contrato Particular de Convenção de Condomínio e o Regulamento Interno da Sociedade no Cartório de Títulos e Documentos ou Cartório de Registros Especiais de Marechal Cândido Rondon.

---

**4 Biofertilizantes:** Para a destinação ambientalmente correta do digestato, efluente dos biodigestores, foi recomendada aplicação em solos de produção agrícola e de pastagens, como biofertilizante. Para isso foi definida uma estratégia técnica para aplicação e monitoramento. Em princípio, caracterizamos as áreas para aplicação, por meio das análises dos solos. Identificamos as áreas de classe de risco ambiental para aplicações de dejetos e levantamos os sistemas de produção praticados na microbacia do Ajuricaba, atendendo a critérios de eficiência conservacionista e da representatividade, de manejo do solo, das plantas, dos animais e de insumos utilizados. Completou-se com a tipificação dos principais sistemas produtivos através da caracterização do nível tecnológico, nível de gestão e estado de adequação ambiental das propriedades, finalizando com a elaboração de cronograma para aplicação de digestatos e monitoramento dos solos.

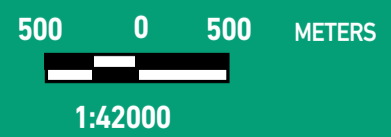
Como tratamentos sanitários biológicos, os biodigestores só removem a carga orgânica dos dejetos, expressas pelas suas demanda química e bioquímica de oxigênio dissolvido na biomassa em tratamento. Não são removidos em tratamentos biológicos os nutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, além de micronutrientes e ácidos orgânicos. Os teores de carbono, em expressiva quantidade nos digestatos, produzem impactos altamente positivos em relação à nutrição

# GESTÃO TERRITORIAL APLICADA NA GERAÇÃO DISTRIBUÍDA

## PROPOSTA DE LOCALIZAÇÃO DA MICROCENTRAL ELÉTRICA



-  Rede hidrográfica
-  Rede viária
-  Propriedade com avicultura
-  Bovino de leite = 1 - 25 cabeças
-  Bovino de leite = 26 - 90 cabeças
-  Suinocultura = 1 - 15 matrizes
-  Suinocultura = 30 matrizes e 210 leitões ou + 288 em terminação
-  Propriedades interessadas
-  Propriedades não interessadas



dos organismos dos solos. Têm influência direta na Capacidade de Troca Catiônica (CTC), com a perspectiva de esgotamento das jazidas mundiais e a crescente alta dos elementos fertilizantes monoamônio fosfato (MAP), diamônio fostato (DAP), além da ureia e do potássio. O digestato (biofertilizante) têm importância estratégica no cenário da produção agropecuária. Até os hoje esses materiais recebem um tradicional descaso político e são tratados mais como um problema ambiental do que como um produto de valor para a produção.

---

**5** Registros do projeto: O registro e a documentação referente a todo o processo de implantação do projeto estão disponíveis no Centro Internacional de Energias Renováveis - Biogás.

---

**6** Desempenho atual: O Condomínio de Agroenergia para a Agricultura Familiar Ajuricaba, formado por 33 produtores de agricultura familiar, conectados por um gasoduto rural de 25,5 km, agrega o potencial de produção de biogás de cada pequena propriedade. Em Ajuricaba é encaminhado o produto biogás a uma Microcentral Termelétrica (MCT). A produção diária de biogás é de aproximadamente 660 m<sup>3</sup>/dia.

O aproveitamento em energia elétrica é realizado por meio de grupo motogerador de 100 kVA, com conexão de geração distribuída. Além disso, é possível utilizar o biogás na alimentação da fornalha de um secador de grãos comunitário. Os produtores podem utilizar o biogás na propriedade, para cocção de alimentos, aquecimento de água para banho e para limpeza de equipamentos de ordenha. Essas aplicações geram conforto, higiene, qualidade e maior produtividade nas atividades diárias na propriedade.

# SANGA AJURICABA - MARECHAL CÂNDIDO RONDON (PR)

## 33 PEQUENOS PRODUTORES SE UNIRAM PARA VIABILIZAR A PRODUÇÃO DE BIOGÁS E A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA



FOTOS: ALEXANDRE MARCHETTI E CAIO CORONEL/ITAIPI BINACIONAL

Instalação de gasoduto rural



Filtro separador de gases



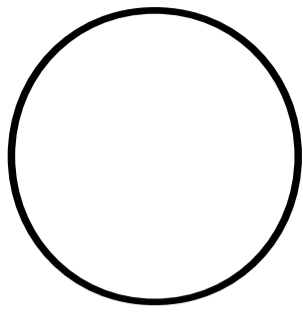
Identificação de gasoduto rural



Biodigestor para pequena vazão

# CONCLUSÕES





s esforços para o desenvolvimento das energias do biogás, apoiados pela ITAIPU Binacional, guardam aspectos inusitados. A maior geradora de energia elétrica do planeta, que produz 20% da disponibilidade interna de energia do País e é uma referência no setor elétrico brasileiro pela excelência do seu trabalho em quatro décadas em operações de geração, volta-se para a geração realizada por microgeradores. A empresa confia no seu conhecimento acumulado e dispôs-se a compartilhá-lo. Mais do que tudo, tem a energia como vetor de desenvolvimento econômico geral. No caso da geração distribuída, também local.

Entre as modernas opções de fontes renováveis, como solar e eólica, que são altamente tecnológicas, ITAIPU elege o biogás como prioritário. Aparentemente se coloca na contramão da lógica moderna de mercado, propondo como solução o que poderia ser uma fonte obsoleta de energia, sem expressão, sem regulação, que caracteriza investimento não atrativo até mesmo para quem pode produzir o biogás e o joga fora. Uma fonte de energia tida como de quinta classe, soterrada por erros estratégicos e omissões em todas as outras tentativas anteriores de aparecer e consolidar-se como alternativa válida.

A conexão do biogás com a agenda de ITAIPU deu-se por três motivos. O primeiro deles é relacionado a biomassa dos resíduos orgânicos. Quando disposta aleatoriamente no ambiente do território, ela entra em decomposição rapidamente e é carregada pelas águas, acumulando-se nos remansos e lagos. No caso de ITAIPU, tem origem nas operações com animais estabulados localizadas na bacia hidrográfica de influência direta do reservatório, onde começa a se fazer presente. É a eutrofização, fenômeno biológico temido pelos gestores de águas, que ocorre em função da grande quantidade de sedimentos orgânicos, que provoca a proliferação agressiva de algas e macrófitas, determinando a perda de qualidade das águas.

Na geração de energia elétrica, até certo ponto, não implica em maiores dificuldades, mas em termos de usos múltiplos das águas estabelece certamente graves limitações, que precisam ser evitadas. Para reduzir a entrada dos sedimentos orgânicos é necessário tratar as causas do fenômeno a conter suas emissões e, para isso,

estabelecer uma estratégia de valorização da biomassa residual para quem a produz.

Outro aspecto motivador para ITAIPU foi a crescente preocupação com a emissão de gases do efeito estufa e a necessidade de mitigá-los de todas as formas possíveis. O biogás contém metano, e este é 21 vezes mais agressivo do que o próprio gás carbônico – por essa razão deve ser neutralizado. Para realizar isso, uma das soluções possíveis é seu uso como combustível para geração de energia, que produz renda, estabelece uma nova economia e pode remunerar os investimentos.

A terceira motivação de ITAIPU veio do compromisso firmado em 2003, quando a empresa assumiu sua responsabilidade socioambiental e passou a apoiar o desenvolvimento econômico local e sua sustentabilidade através de inovações tecnológicas. Um passo além da sua missão de gerar energia, mas sem perder o foco em sua missão principal. A empresa intensifica as relações com a sociedade, estabelece um programa ambiental, o Cultivando Água Boa e vários programas sociais relevantes para a região. Estabelece as bases da Plataforma ITAIPU de Energias Renováveis e cria a Fundação Parque Tecnológico Itaipu, para perenizar as ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação e a disponibilização dessas para a sociedade.

O “novo” biogás foi então se evidenciando como a mais disponível das fontes renováveis na matriz energética regional. Não necessariamente para geração convencional em larga escala, mas produzida por microgeradores.

É importante destacar, que mesmo movimentando parte considerável de seu orçamento de custeio em pesquisa e desenvolvimento, a empresa vem batendo por anos sucessivos o seu próprio recorde mundial de geração de hidreletricidade. Uma demonstração inequívoca de competência gerencial e operacional, mas com um olhar mais amplo, além da sua própria missão central.

A maioria dos projetos é realizada com parceiros operacionais, produtores, cooperativas, empresas e administrações públicas municipais, de maneira a construir uma rede bastante razoável de casos para demonstração de resultados, que se tornaram também referências para interessados de várias outras regiões do Brasil e do exterior.

A política de ITAIPU para energias renováveis, em específico o biogás, proporcionou a formulação de uma grade conceitual exposta a seguir.

## **A ERA DOS GASES**

→ O mundo está entrando rapidamente na era dos combustíveis gasosos. Não só com os gases fósseis da cadeia petrolífera, mas com gases chamados não convencionais;

→ O gás de xisto é considerado a grande revolução energética norte-americana. E o conceito, embora com sérias restrições ambientais e sociais, alastra-se pelo mundo, onde existem jazidas;

→ As reservas brasileiras do gás de xisto estão entre as menores do mundo. Enquanto Estados Unidos e China contabilizam potenciais de ordem superior a 30 trilhões de metros cúbicos e só na Argentina são 12 trilhões de metros cúbicos, as reservas brasileiras mal chegam a 6 trilhões de metros cúbicos;

→ Um poço de gás de xisto dura, em média 1,5 anos. Portanto, os investimentos para sua obtenção estarão sempre entre os mais efêmeros, com uma das piores relações benefício/custo. Para reservas pequenas, dificilmente se justificarão;

→ Bem ou mal, certa ou errada a política mundial para o gás de xisto por certo determinará o desenvolvimento tecnológico de toda uma cadeia de suprimentos, mais ampla do que a das tecnologias de perfuração. São motores ciclo Otto e ciclo diesel desenvolvidos especificamente para uso de gás, queimadores, tecnologias de armazenagem e transporte, para enfim estabelecer a logística própria para os gases.

→ O biogás é uma das opções para o Brasil entrar fundo na era dos gases, aproveitando o desenvolvimento específico mundial e sem as consequências ambientais e sociais dos gases fósseis. Com base na biomassa residual característica do nosso desenvolvimento, produz-se resíduos orgânicos em grande escala, matéria-prima para o biogás.

## **PARA ENTENDER O BIOGÁS**

→ Ainda que invisível, por representar muito pouco em termos de matriz energética atual e principalmente por não se enquadrar na

lógica do desenvolvimento energético, que é a geração por grandes empreendimentos, o biogás é abundante, embora disperso e economicamente importante sob o ponto de vista de quem o produz;

→ A soberania energética é um valor inestimável para atividades que dependem de energia. É uma meta de país, quanto mais de atividades eletrointensivas;

→ Calcula-se que no Brasil, somados os setores de produção de alimentos e sucroalcooleiro, exista um potencial de produção de 20 bilhões de metros cúbicos de biogás por ano;

→ O biogás difere-se dos demais gases combustíveis somente pela sua origem, que se dá com a biodigestão de resíduos orgânicos. Essa característica pressupõe um modelo de negócio não monopolista, que preserve o direito de posse, pulverizado em múltiplas origens;

→ O biogás é uma importante matéria prima, em estado gasoso;

→ O biogás deve ser medido em metros cúbicos por unidade de tempo (hora, dia, ano);

→ As energias geradas são medidas em unidades próprias, como kW/h, MMBTUs/h etc.

→ A composição química do biogás é semelhante a dos seus similares butano, propano, hexano, sendo mais simples do que o gás natural em termos energéticos, pois contém o metano;

→ É um gás composto. Em média por 59% de gás metano (combustível), 40% de gás carbônico (antichama) e 1% de gases-traço, entre os quais o gás sulfídrico (corrosivo) e as siloxanas (organosilício);

→ É possível separar esses gases, obtendo o máximo poder calorífico do metano e o gás carbônico para uso industrial e ainda zerar os gases traços, como o gás sulfídrico;

→ A importância energética do biogás equivale a dos biocombustíveis líquidos, como etanol e biodiesel;

→ Há duas moléculas de hidrogênio por molécula de metano – CH<sub>4</sub>;

→ O biogás, sendo portador de hidrogênio está ligado à matriz energética do futuro;

→ O hidrogênio é o vetor de energia mais limpo que se conhece e, em torno de 100 anos, deverá ser o centro da matriz energética global.

→ Será preciso construir uma logística nova para os combustíveis da era dos gases, pois a que atualmente temos no mundo é baseada na geração, transporte e distribuição de líquidos;

- Os gases obtidos do biogás já estão em situação distribuída, portanto prescindem de macroinfraestrutura;
- Como gás combustível não tem regulação específica, seu padrão é estabelecido pela Portaria 16 da ANP;
- Como produto, o biogás ativa uma cadeia de suprimentos relativamente ampla na indústria, no comércio e nos serviços, com forte impacto econômico local;
- A cadeia produtiva pode ser entendida como a economia do biogás e deve ser dimensionada, pois constitui externalidades econômicas positivas no meio em que se desenvolve;
- O biogás serve para aumentar a eficiência energética da atividade que o produz;
- Serve para suprir combustível e energia elétrica para a mobilidade das safras e para gerar energia elétrica e térmica;
- É uma matéria-prima com valor de venda no mercado consumidor de energia, portanto tudo o que não for consumido no autoabastecimento das atividades geradoras, pode ser comercializado;
- Serve para promover a sustentabilidade de atividades geradoras de resíduos e efluentes orgânicos;
- Por decorrer de processos de degradação biológica da matéria orgânica, o que reduz o seu potencial poluidor, a produção de biogás tem reflexos diretos na saúde pública e no meio ambiente, através dos princípios de saneamento básico;
- Os valores da geração de energias elétrica, térmica e automotiva, podem ser incorporados aos produtos agrícolas e industriais, como valor agregado ao preço de venda;
- O biogás como matéria prima energética estimula uma economia verde, indústria, comércio e serviços, com impactos econômicos positivos para o desenvolvimento local.

## **PARA PLANEJAR O BIOGÁS**

- O biogás é um gás verde obtido com resíduos e produzido sem comprometer qualquer outro recurso natural ou alimento;
- O preço do biogás como biocombustível (acima de 95% de metano) pode seguir a estrutura de preços do GNV;
- O biogás pode ser liquefeito. Pode ser transportado em cestos de cilindros e em gasodutos;

- O preço da energia elétrica a partir de biogás tem como referência o valor pago pela geração térmica a gás natural;
- Os compradores de energia elétrica a biogás (distribuidoras do setor elétrico) têm o bônus de não necessitar infraestrutura de transmissão e distribuição;
- A energia elétrica produzida com biogás pode ter nichos específicos no mercado livre;
- É necessário organizar e regular a produção e usos do biogás no Brasil, pois a situação atual induz o desperdício de energias disponíveis;
- É fundamental que as políticas públicas para o biogás preservem a origem do produto, que são as diversas atividades que podem produzi-lo;
- O direito de propriedade do produtor de biogás deve ser assegurado acima de qualquer outro interesse;
- O biogás pode ser produzido por atividades individuais ou coletivas, na forma de condomínios de produção;
- É uma matéria prima rural cooperativável;
- O biogás é a fonte renovável que mais se assemelha à energia hidráulica. Ele pode ser armazenado e despachado em regime contínuo, estabilizando a conexão com as redes de distribuição, o que garante a segurança energética da geração distribuída;
- Pode estabelecer fluxo contínuo de energia elétrica melhorando as condições das fontes intermitentes como solar e eólica;
- O biogás é uma fonte versátil e pode ser aplicado como fonte de energia elétrica, térmica e automotiva. Para cada aplicação, são necessárias regras mais definidas e, no caso da aplicação térmica, o mercado é completamente desregulado;
- A produção de biogás é tipicamente descentralizada. Portanto o ordenamento territorial é fundamental para que possa ser aproveitado como fonte de energias;
- A geração distribuída (descentralizada), como modalidade de geração é essencial para o desenvolvimento do biogás (assim como as demais fontes renováveis);
- Sendo o biogás um biocombustível produzido nos centros de carga, as suas aplicações para gerar energia elétrica, não necessitam de infraestrutura de transmissão e distribuição;
- Deve ser produzido e usado com tecnologias eficientes, porém

considerando as diferenças comparativas de clima e biodiversidade, favoráveis no Brasil;

→ O *Manual de Eficiência Energética – Aneel*, de julho de 2013, traz em seu Capítulo 6 a possibilidade de gerar energia com fontes incentivadas de até 1 MW, com a energia gerada considerada como integrante de projetos de eficiência energética;

→ A NBR ISO 50001/2011 – Gestão da Energia é outro documento recente que também pode orientar o uso do biogás e atividades que geram biomassa residual;

→ É necessário capacitar planejadores e gestores de arranjos produtivos com biogás;

### **PARA FOMENTAR O BIOGÁS**

→ As energias geradas com biogás não necessitam de subsídios. São competitivas. Necessitam de regras claras e programas atrativos de fomento;

→ Programas de fomento ao biogás estimulam a alavancagem de capital privado produtivo junto às atividades produtoras;

→ O biogás é autofinanciável, se paga. Basta ajustar o retorno dos investimentos às rendas geradas com suas aplicações;

→ Indicadores econômicos médios para projetos de médio e grande porte com biogás: TIR acima de 13% e Payback entre 7 e 9 anos;

→ Estimular o uso do biogás induz o equilíbrio entre os nexos alimentos/energia e água/energia de forma direta, não só pela energia que produz, mas pelas externalidades ambientais que desencadeia;

→ A biodigestão anaeróbica de resíduos orgânicos, que produz o biogás, é um processo sanitário de tratamento biológico, relativamente simples, completamente dominado pelas principais instituições de ensino e pesquisa do Brasil e ao alcance de interessados;

→ No Brasil há programas de incentivo à inovação tecnológica, e a energia está no centro deles. Destacam-se os programas de pesquisa e desenvolvimento da Aneel. A Chamada 14 foi específica para biogás. Há programas da família Inova da Finep, como o Inova Agro, Inova Energia, Inova Recursos Hídricos, Inova Parques Tecnológicos, e outros. O Programa Agricultura de Baixa Emissão de Carbono – Programa ABC oferta condições extremamente favoráveis para fomento das energias com biogás.

## **PARA PRODUZIR O BIOGÁS**

- O primeiro passo é a investigação territorial;
- É necessário localizar no espaço físico as fontes de possíveis de biogás e decidir se serão ativadas unitária ou coletivamente. Nessa investigação, é importante levantar também atividades consumidoras de energia, para estabelecer relações locais de comércio das energias geradas;
- Articular e organizar arranjos produtivos com fornecedores de processos de biodigestão, processos de geração de energias e serviços de planejamento e implantação;
- Estabelecer projetos de implantação dos diversos componentes, com definições de responsabilidade e cronogramas de entregas;
- As biomassas residuais, resíduos e efluentes orgânicos são matérias-primas para a produção do biogás;
- É uma fonte energética gratuita e disponível;
- É necessário segregar as biomassas residuais, para obtê-las limpas;
- A separação de fases, líquida e sólida é uma operação primária fundamental para a eficiência dos biodigestores;
- O principal contaminante a ser evitado é a água, principalmente das chuvas e dos desperdícios no manejo das instalações e animais. Atenção aos produtos de limpeza usados na manutenção das atividades produtivas, que podem conter agentes químicos que inibem a atividades dos microrganismos no biodigestor;
- A biodigestão anaeróbica de resíduos e efluentes orgânicos é o processo de saneamento ambiental que degrada as biomassas residuais e as transforma em biogás, portanto o mesmo pode ser considerado uma fonte renovável;
- A biomassa que dá origem ao biogás é um excedente da produção de alimentos e açúcar/etanol. É também contida nos resíduos sólidos orgânicos largamente produzidos nos ambientes urbanos;
- Entre todos os processos tecnológicos que visam a geração de energia com fontes renováveis, os da biodigestão anaeróbica são os mais baratos;
- Entre todos os processos tecnológicos que visam a geração de energia com fontes renováveis, os da biodigestão anaeróbica são os mais adequados à cultura rural;
- A biodigestão anaeróbica produz biogás, mas também produz diges-



- tato, efluente do biodigestor, que deve ser usado como biofertilizante;
- Os biodigestores reduzem as cargas orgânicas das biomassas residuais em média de até 70%;
  - Os biodigestores são dimensionados a partir da quantidade diária das biomassas residuais a tratar e do tempo de duração previsto para a biodigestão;
  - Peça apoio técnico. Consulte antes de tomar decisões;

## **PARA USAR O BIOGÁS**

- Antes de optar pela produção e uso de uma nova fonte de energia é necessário assumir que isso acarretará em um novo centro de custos e resultados, positivos e negativos;
- A consciência ambiental é importante e ajuda a tomada de decisão, que se dá, na verdade, pelas contas, nas considerações econômicas, custos e benefícios;
- Há uma norma técnica internacional, a ISO 50001/2011 – Gestão da Energia, que dá o passo a passo para orientar o planejamento;
- Combinar a ISO 50001 com o *Manual de Eficiência Energética*, publicado pela Aneel, em julho/2013;
- Seguindo essas duas metodologias de gestão obtém-se um roteiro final para o planejamento;
- Depois de conhecer todas as necessidades energéticas da própria atividade, avaliar o potencial para atender a demanda, como a quantidade das biomassas residuais, resíduos sólidos e efluentes orgânicos necessárias para obter biogás;
- Uma vez produzido, o biogás é um combustível que pode ser usado para o autoabastecimento da atividade produtora, em programas de eficiência energética, com a redução da conta pela energia evitada. O excedente pode ser vendido;
- Para alimentar motores estacionários é necessário separar o gás sulfídrico, podendo ser prescindível a separação do gás carbônico. Já para motores automotivos é necessária a separação do gás carbônico, para obter biometano acima de 95%;
- A prioridade é para o autoabastecimento, para suprir a demanda energética e para ampliar os usos de energia na produção e no conforto rural, gerados com fonte própria;
- Estimular a implantação de novos serviços da energia na ativida-

de geradora, como moinhos, misturadores, ordenhadeiras, caldeiras, aquecedores, bombas de irrigação, conversão de motores para a mobilidade em veículos leves, caminhões e tratores, enfim, tudo o que antes seria uma idealização do produtor, pois determina aumento de custo da energia, pode ser feito com fonte própria, o biogás;

→ Finalmente, a produção de biogás e suas aplicações energéticas são, antes de tudo, um arranjo interdisciplinar. Ser capaz de fazer esse arranjo, articulando diversos fornecedores é uma premissa a ser considerada para o êxito de qualquer projeto.

Por essas e por outras razões, o biogás é uma onda energética inevitável. É necessário reconhecê-la como uma opção real e a organizar, para obter seu bom aproveitamento.

# APÊNDICE

# A HISTÓRIA DO BIOGÁS

o aproveitamento de resíduos para a produção de energia não é uma novidade do nosso tempo. Há centenas de anos cientistas, estudiosos e visionários percebem e pesquisam o grande potencial do gás gerado a partir do lixo

Os primeiros relatos do biogás datam do século 10 a.C., da região da **Assíria**, quando o gás era usado para aquecer banhos.

No século 13, o explorador **Marco Polo** conta que os chineses cobrem os tanques de esgoto, a fim de gerar energia, o que já era descrito na literatura do país oriental há muitos anos.

Durante o século 17, o médico e químico belga **Jan Baptista van Helmont** prova que gases inflamáveis podem ser originados a partir da decomposição de matéria orgânica.

10a.C



1200



1600



SEC XIII

SEC XVII

A partir do século 19, surge uma fase mais tecnológica do biogás. O **primeiro equipamento biodigestor** foi criado em Mumbai, Índia.

1808: ano em que o químico inglês *sir* **Humphry Davy** anuncia que o metano está presente nos gases obtidos a partir da digestão anaeróbica do esterco bovino.

Em 1776, o físico italiano **Alessandro Volta** conclui que existe uma relação direta entre a quantidade de material decomposto e a quantidade de gás inflamável produzido.



1800



1700

1859

1808

1776

Em 1884, o cientista francês **Louis Pasteur** introduz na Academia de Ciências a ideia de que um gás pode ser usado para fins de aquecimento e iluminação.

O sistema chega à **Inglaterra** em 1895, quando o biogás é produzido a partir do tratamento de uma estação de esgoto e usado para abastecer lâmpadas de uma rua da cidade de **Exeter**.

Na **Dinamarca**, em 1920, o gás resultante do tratamento de águas residuais é usado, inicialmente, para aquecer um tanque digestor.



1900



1884

1895

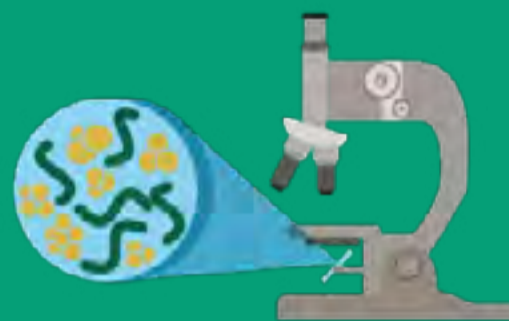
1920

Em 1957 o inventor britânico **Harold Bates** consegue converter esterco de galinha em combustível gasoso. O processo é descrito no documentário *Bate's Car: Sweet as a Nut* (1974), de Tony Ianzelo.



1957

A **evolução da microbiologia**, principalmente na década de 1930, contribui para identificar e estudar as bactérias anaeróbicas e as condições que permitem a produção de metano.



1930

O uso do biogás alcança destaque na **Índia**, em 1960, quando ganha força nas comunidades, que usam até hoje o combustível para cozinhar.



1960

A **China** segue o mesmo caminho e, nos anos 1980, instala inúmeros equipamentos em cidades.



1980

Os **programas orientais inspiram os europeus** – principalmente os ingleses – a investir ainda mais na tecnologia na década de 1980. Uma das razões é a intensa oscilação do preço do petróleo. O mundo inteiro começa a procurar por novas alternativas.



1980

Hoje, cerca de **1.483 usinas utilizam resíduos para produção de energia**. O Japão lidera o ranking com 800 usinas, seguido pela Europa (452), China (100) e Estados Unidos (86). Na América do Sul, o destaque é o Brasil.

2000



2013

# BIOGÁS NO BRASIL



- Até o final dos anos **1990**, o bagaço de cana é considerado um resíduo indesejável, sendo queimado de forma ineficiente ou comercializado de maneira limitada.

...1990

- A partir de então, principalmente em **2002**, com o **Proinfa (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica)** e depois com os leilões de energia, o setor ganha novo fôlego.

- O **Estado de São Paulo** abriga uma das maiores usinas de energia a partir de biogás do mundo, a usina termelétrica **UTE Aterro Bandeirantes**, com capacidade para gerar **20 MW** médio de energia elétrica até **2018**.

2002

- A partir de **2013**, o **Aterro Gramacho, na Baixada Fluminense**, torna-se o único fornecedor de biogás do mundo exclusivo para uma refinaria de petróleo. A meta é produzir **70 milhões de m<sup>3</sup>** de biogás por dia pelos próximos **15 anos**.

- Em fevereiro de **2013** há **22** aterros no País captando biogás para abastecer os lares de **1,67 milhões** de brasileiros.

- Em maio de **2013** é instalado o Centro Internacional de Energias Renováveis - Biogás, o **CIBiogás-ER, no Parque Tecnológico Itaipu**. Dedicado à geração a partir do biogás, é o único do continente americano.

2013

- A partir de **2014**, as prefeituras serão obrigadas a dar aproveitamento econômico a resíduos aproveitáveis.

2014

- Para **2020**, as metas nacionais visam suprir as necessidades de até **8,8 milhões** de pessoas.

2020

# O CICLO DO BIOGÁS

Desde o descarte dos resíduos até a produção e distribuição da energia gerada, um longo caminho é percorrido no processo

## LOGÍSTICA

No modelo brasileiro predominam biodigestores instalados próximos às terras que receberão os digestatos e também grupos de produtores com equipamentos construídos nas propriedades, ligados diretamente aos sistemas de produção de animais estabulados. O biogás gerado nos biodigestores individuais são canalizados em gasodutos rurais que os transportam até as centrais de uso e aplicações.

## MATÉRIA-PRIMA

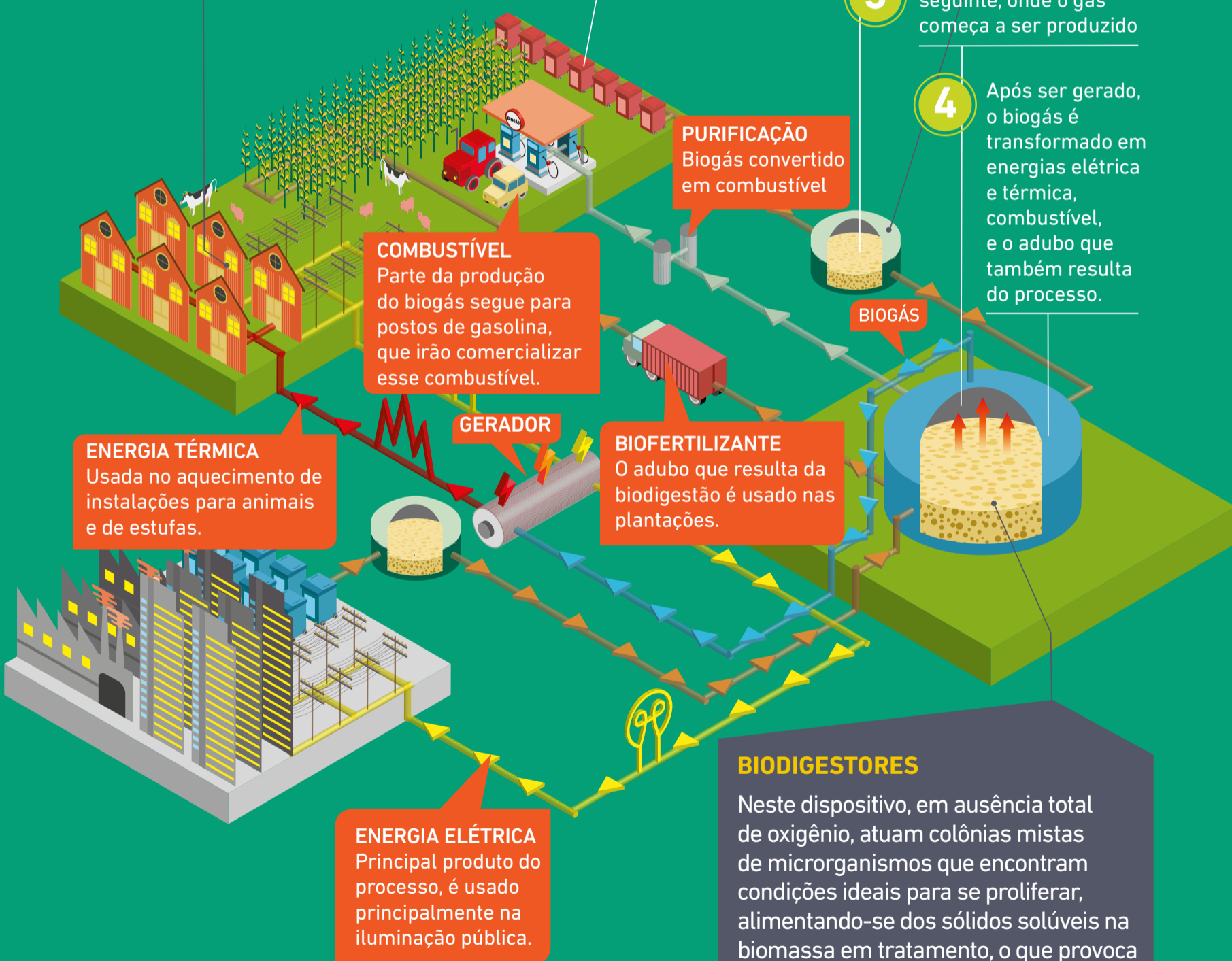
Biomassas, dejetos animais, resíduos sólidos e orgânicos de diversas origens e efluentes industriais.

**1** Os resíduos rurais são transportados até as centrais de produção de biogás.

**2** Depois de armazenados, os resíduos são preparados para o início do processo.

**3** O biodigestor é a etapa seguinte, onde o gás começa a ser produzido

**4** Após ser gerado, o biogás é transformado em energias elétrica e térmica, combustível, e o adubo que também resulta do processo.



# HOMEM, O SER ENERGÍVORO

## COMO FUNCIONA A ENERGIA DO CORPO HUMANO?

Ela chega ao nosso organismo com a alimentação, ou seja, um conjunto de compostos químicos – glicose (carboidratos), ácidos graxos (gordura) e proteínas – que é quebrado durante o processo de digestão.

### MUITOS ANIMAIS HIBERNAM PARA POUPAR ENERGIA DURANTE O INVERNO, POIS NESSA ESTAÇÃO A COMIDA É ESCASSA.

A hibernação é um estado letárgico pelo qual muitos animais passam durante o inverno, principalmente em regiões temperadas e árticas. Eles mergulham num estado de sonolência e inatividade, em que as funções vitais do organismo são reduzidas ao absolutamente necessário à sobrevivência. A temperatura do corpo cai, a respiração quase cessa e os batimentos do coração se tornam quase imperceptíveis. Durante esse período, que varia de espécie para espécie, o animal consome a gordura acumulada em seu corpo ou acorda de tempos em tempos para comer alimentos estocados no ninho.



## QUANTO PRODUZIMOS E CONSUMIMOS?

Dados oficiais do The World Bank mostram quem são os maiores produtores e consumidores de energia



### → PRODUTORES

CHINA	<b>2.433 mi</b>
EUA *	<b>1.812 mi</b>
RÚSSIA	<b>1.315 mil</b>
ARÁBIA SAUDITA	<b>602 mil</b>
CANADÁ	<b>420 mil</b>
...BRASIL	<b>249 mil</b>



### → CONSUMIDORES

CHINA	<b>2.728 mi</b>
EUA *	<b>2.132 mi</b>
ÍNDIA	<b>749 mil</b>
RÚSSIA	<b>731 mil</b>
ALEMANHA	<b>307 mil</b>
...BRASIL	<b>270 mil</b>

Valores referentes à produção de energia e eletricidade primárias convertidas em kt oil equivalent em 2011.

\* 2012



## ● GASTAMOS SEM ECONOMIZAR

Mesmo sem fazer muito esforço, o ser humano gasta elevada quantidade de energia todos os dias. Um adulto, de estatura mediana, que fique o dia inteiro em repouso, num ambiente que não esteja frio, consome ao redor de 1.000 kcal (aproximadamente 4.200 J). Mantendo atividades que se consideram “médias”, sem exercício físico, sem estar exposto ao frio e a outros fatores, esse indivíduo deve consumir ao redor de 2.500 kcal (10.400 J). Nessas condições, a potência dissipada é ao redor de 100 watts (equivalente a uma lâmpada incandescente ou a um ventilador). Quando o corpo dedica a outras atividades, como dormir, comer, correr, estudar, malhar, dançar, dar risada etc, mais energia é demandada – assim, maior quantidade de alimento deve ser ingerida.

### DE FORA PARA DENTRO

Quando comemos, mastigamos e digerimos o alimento. Depois, ele é quebrado em moléculas menores.

### TRANSPORTE

Essas moléculas são transferidas para o ATP (trifosfato de adenosina).

### LIBERADOS

A partir da quebra do ATP, os diversos mecanismo celulares que dependem de energia são abastecidos.

## ● MAS ESSA ENERGIA NÃO É SUFICIENTE. QUEREMOS MAIS!

Aprendemos a criar mais energia partindo dos elementos que a natureza nos dá. Ou seja, domesticamos o sol, a força da água e os ventos para suprir nossas necessidades. Imensos complexos energéticos foram criados para gerar cada vez mais – hidrelétricas, termelétricas, parques eólicos etc. A roupa que usamos, o relógio no pulso, o smartphone que está no bolso, o batom que está no nécessaire... Tudo demandou energia na fase de produção. Além disso, a maioria dos objetos que nos rodeia, também usa energia quando está em nossas mãos: carros, aviões, trens, computadores, ar-condicionado, chuveiro, eletrodomésticos, eletrônicos... Não há pausa no consumo. Somos insaciáveis.



# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

→ AZEVEDO NETTO, J. M. (1961), Aproveitamento do Gás de Esgotos, *Revista DAE*, ano XXII, no 41, p. 15-44, jun e no 42, p. 11-40, set.

---

→ BATISTA, L. F. (1981), *Construção e Operação de Biodigestores* – Manual Técnico, Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural, 54 p., Brasília, DF.

---

→ ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 50001. Gestão da Energia, setembro/2011.

---

→ Aneel – Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa N° 482, de abril de 2012. Disponível em: [www.aneel.gov.br/cedoc/ren2009390.pdf](http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2009390.pdf)

---

→ Aneel – Agência Nacional de Energia Elétrica. Manual de Eficiência Energética de julho de 2013.

---

→ BLEY JR, C., LIBANIO, J.C., GALINKIN, M., OLIVEIRA, M.M., *Agroenergia da biomassa residual: perspectivas energéticas, ambientais e socioeconômicas*. 2ª ed. ITAIPU Binacional, Organização Nações Unidas para Alimentação e Agricultura / FAO TechnoPolitik Editora, 2009. 140 p.

---

→ COELHO, S. T.; VELÁZQUEZ, S. M. S. G.; SILVA, O. C.; VARKULYA, A. Jr.; PECORA, V. – Relatório de Acompanhamento – *Biodigestor Modelo UASB*. São Paulo. Cenbio – Centro Nacional de Referência em Biomassa, 2003.

---

→ COELHO, S. T.; VELÁZQUEZ, S. M. S. G.; SILVA, O. C.; PECORA, V.; ABREU, F. C. de. Relatório de Acompanhamento – *Relatório Final de Atividades do Projeto Programa de Uso Racional de Energia e Fontes Alternativas (Purefa)*. São Paulo. CENBIO – Centro Nacional de Referência em Biomassa, 2005.

---

→ DROSTE, R. L. (1997), *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*, cap. 18 – Anaerobic Wastewater Treatment, p. 622-669, John Wiley & Sons, Inc, Estados Unidos.

---

→ GASPAR, R. M. B. L. *Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase à agregação de valor: um estudo de caso da Região de Toledo – PR*. Florianópolis: UFSC, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, 2003, 106 p. Disponível em: [www.tede.ufsc.br/teses/PEPS4022.pdf](http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS4022.pdf)  
Acesso em: julho de 2010.

---

→ IPCC – Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas. Guia para Inventários Nacionais de Gases de Efeito Estufa – IPCC, *Capítulo 10: Emissões da Pecuária e do Manejo de Dejetos*. Disponível em: [www.ipcc-nggip.iges.or.jp](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp).  
Acesso em: julho 2010.

---

→ IPCC – Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas. Metodologia AMS.III.D Versão 14 *Captura de Metano em Sistemas de Gestão de Animais – 2009*. Disponível em: [cdm.unfccc.int/methodologies/DB/ZODCONSVY9D2ONIJKJMUZEKRE56T71/view.html](http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/ZODCONSVY9D2ONIJKJMUZEKRE56T71/view.html)

---

→ LUCAS JR. E SILVA, Biogás – *Produção e utilização*, Unesp, 2005.

---

→ MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. *Plano Nacional de Agroenergia, 2006-2011*. Brasília: Mapa, 2005, 120p.

---

→ MAPA -MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. *Projeto Agricultura de Baixo Carbono*. 2010.

---

→ METCALF & EDDY (1991), *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse*, 3ª edição, McGraw-Hill, cap. 12, p. 765-926, Nova York, Estados Unidos.

---

→ SOUZA et alli (1992) apud POMPERMAYER, Raquel de Souza e PAULA JUNIOR, Durval Rodrigues de. *Estimativa do potencial brasileiro de produção de biogás através da biodigestão da vinhaça e comparação com outros energéticos*. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3., 2000, Campinas. Disponível em: [www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022000000200055&script=sci\\_arttext](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022000000200055&script=sci_arttext)



**CIBiogás-ER** é o **Centro Internacional de Energias Renováveis-Biogás (CIBiogás-ER)**, uma sociedade com fins específicos, não lucrativos, em âmbito nacional e internacional, que tem foco no desenvolvimento do biogás como fonte energética renovável e suas aplicações na geração de energias elétrica, térmica e automotiva.

Sediado no Parque Tecnológico Itaipu, em Foz do Iguaçu, Paraná, o centro é resultado de compromisso firmado entre instituições, durante a Rio+20 em junho de 2012. Na assembléia de fundação, firmaram a Ata de Fundação do CIBiogás-ER: ITAIPU Binacional, Fundação PTI, Eletrobras, Compagas, Copel, CTGÁS-ER, Eletrobras Cepel, Seab, Faep, Fiep, Iapar, Itai, Município Toledo/PR, Onudi e Cooperativa Lar.

Sua missão é fomentar o uso de energias renováveis, com ênfase na matéria prima biogás e no combustível biometano, promovendo ações de desenvolvimento, empreendedorismo e estímulo a políticas públicas capazes de estabelecerem cadeias de suprimentos locais e regionais, com impactos sociais, econômicos e ambientais positivos.

O CIBiogás-ER trabalha em redes de cooperação com outros centros semelhantes, como o Task Force 37 da Agência Internacional de Energia – IEA; a FAO América Latina, Brasil e Escritório Sul; a Onudi; a Unesco e, no Brasil, mantém com a Embrapa e ITAIPU um termo de cooperação “Biogásfert” de grande relevância para fazer do biogás um combustível disponível para a sustentabilidade econômica, ambiental e social.

*“A iniciativa de implantar o CIBiogás-ER é de fazer dele um grande laboratório a céu aberto com especialidade no biogás. Países de todo o mundo – e em especial da América do Sul, da América Latina e da África – em Cooperação Sul-Sul terão a possibilidade trocar conhecimento no aproveitamento dessa energia tão importante para o planeta que é o biogás.”*

JORGE MIGUEL SAMEK  
Diretor-geral brasileiro de ITAIPU Binacional

# ABiogás

Associação Brasileira de Biogás e de Biometano

Fundada em 19 de dezembro de 2013, a Associação Brasileira do Biogás e do Biometano é uma organização da sociedade civil, sem fins lucrativos, com objetivo de representar, em caráter permanente, os interesses das instituições e usuários, que atuam na cadeia produtiva do biogás e do biometano. O principal objetivo da ABiogás é formular, atualizar, propor e sustentar um Programa Nacional de Biogás e Biometano a ser submetido ao governo federal, ao Ministério de Minas e Energia, à Agência Nacional de Petróleo, aos demais órgãos setoriais e à sociedade em geral, para servir de base a políticas públicas que consolidem o biogás e o biometano como combustíveis renováveis, aplicáveis para a geração de energias elétrica, térmica e automotiva.

As instituições fundadoras da ABiogás são: Caterpillar, Soluções Sustentáveis, CIBiogás-ER, Granja Colombari, Compagas, Sulgás, Concert Technologies, Cooperativa dos Citricultores Ecológicos da Vale do Caí, CPFL, Dresser-Rand /Guascor, Eco Biopower, Ecom Comercializadora de Gás, Engine, ER-BR Energias Renováveis, GE, Geo Energética, Horus Comercializadora de Energias, Methanum Engenharia Ambiental, Solar Comércio e Agroindústria Ltda., STCP Engenharia de Projetos, Tradener Comercializadora de Energia, Universidade Federal de Pernambuco e PLANETA SUSTENTÁVEL.

*“Uma associação para cuidar dos interesses gerais que ocorrem em cadeias de suprimentos, como esta do biogás e biometano é de grande valia para a gestão setorial, pois organiza as pautas de reivindicações, facilita a articulação dos diversos atores e dissemina critérios e premissas de políticas públicas.”*

RICARDO GUSMÃO DORNELLES

Diretor de Biocombustíveis do Ministério de Minas e Energia



O PLANETA SUSTENTÁVEL é uma multiplataforma de comunicação cuja missão é difundir conhecimento sobre desafios e soluções para as questões ambientais, sociais e econômicas de nosso tempo.

O projeto chega a 21 milhões de leitores anuais por meio de:

- 30 títulos de revistas.
- Site com mais de 24 mil reportagens, entrevistas e artigos.
- A história em quadrinhos *Heróis do Clima*, desenhada pelo cartunista Caco Galhardo, editada em três idiomas e disponível para download gratuito no site.
- Meu Planetinha (site para crianças de 6 a 12 anos).
- O nosso pequeno Manual de Etiqueta (novas ideias para enfrentar o aquecimento global e outros desafios da atualidade), com mais de 11 milhões de exemplares distribuídos.
- Cursos, debates e conferências internacionais.
- Aplicativos para tablets e celulares.

Tudo isso é feito com a participação de uma equipe dedicada, um conselho consultivo e empresas patrocinadoras.

É com orgulho que publicamos *Biogás, A Energia Invisível*, de Cícero Bley Jr., livro da CIBiogás-ER editado em parceria com o PLANETA SUSTENTÁVEL. Acreditamos que seja esta uma obra crucial para os debates mais relevantes de nosso tempo.

O PLANETA SUSTENTÁVEL agradece a parceria com ITAIPU Binacional e CIBiogás-ER. Sem o esforço e a dedicação dessas empresas, a publicação e a divulgação desta obra não seriam possíveis.



#BlogdoClima

As mudanças climáticas são uma das mais importantes discussões da atualidade, e anunciam um novo tempo, para novas atitudes e oportunidades. Como elas influem e alteram nossa vida?

O Blog do Clima, do PLANETA SUSTENTÁVEL, acompanha essa questão de perto e traz as últimas novidades desse desafio. [planetasustentavel.abril.com.br/blog/blog-do-clima/](http://planetasustentavel.abril.com.br/blog/blog-do-clima/)



Diretor geral brasileiro: Jorge Miguel Samek  
Diretor geral paraguaio: James Spalding  
Diretor técnico executivo: Airton Langaro Dipp  
Diretor técnico: José Maria Sánchez Tilleria  
Diretor jurídico executivo: Benigno María López Benitez  
Diretor jurídico: Cezar Eduardo Ziliotto  
Diretor administrativo executivo: Carlos Jorge Paris Ferraro  
Diretor administrativo: Edésio Franco Passos  
Diretora financeira executiva: Margaret Mussoi Luchetta Groff  
Diretor financeiro: Miguel Gómez  
Diretor de coordenação executiva: Pedro Domaniczky Lanik  
Diretor de coordenação: Nelton Miguel Friedrich  
Superintendente de Energias Renováveis: Cícero Bley Jr.  
Superintendente de Comunicação Social: Gilmar Piolla



Diretor-presidente: Rodrigo Regis de Almeida Galvão  
Diretor técnico: Jeferson Toyama  
Diretora administrativo financeira: Angelita Hanauer  
Gerente de Relações Institucionais: Marcelo Alves de Sousa



#### **Edição original**

Coordenação Editorial: Caco de Paula/Planeta Sustentável  
Edição: Alessandro Meiguins/Atol Estúdio  
Capa e direção de arte: Naná de Freitas  
Design: Naná de Freitas e Raísa Benito  
Infografia (reportagem) e gráficos (checagem): Andressa Trindade  
Infografia (arte): Naná de Freitas, Raísa Benito e Letícia Ledoux  
Projeto Gráfico: Suye Okubo  
Revisão: Kátia Shimabukuro/Miolo Editorial



#### **2ª Edição revista e ampliada**

Edição: Alessandro Meiguins/Atol Estúdio  
Design: Alessandro Meiguins e Natan Brecht/Atol Estúdio  
Gráficos: Natan Brecht/Atol Estúdio  
Revisão: José Américo Justo

Design Digital (e-book): Miguel Vilela  
Produção gráfica: Jair Germano Mongiat/Leograf

B647b Bley Jr., Cícero

Biogás : a energia invisível. / Cícero Bley Jr.;  
[prefácio de Leonardo Boff] – 2ª ed. rev. e ampl.;  
São Paulo : CIBiogás;

Foz do Iguaçu : ITAIPU Binacional, 2015.

20,2 x 26,6 cm.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-67785-04-2

1. Biocombustíveis. 2. Biogás. 3. Energia – Fontes alternativas.  
I. Centro Internacional de Energias Renováveis. II. Título.

CDU 662.69