

ENERLAC

REVISTA ENERGIA DA
AMÉRICA LATINA E DO CARIBE

REVISTA ENERLAC - Ano 1 - Nº 1 - Outubro 2009

Organización Latinoamericana de Energía
Latin American Energy Organization
Organização Latino-Americana de Energia
Organisation Latino-Americaine D'Energie

olade

REVISTA ENERLAC | ANO 1 | Nº 1 | OUTUBRO 2009

enerlac

Revista Energia da América Latina e do Caribe

Índice

- 5 Apresentação
- 6 Agenda de Energia da OLADE para 2023
Carlos A. Flórez P.
- 9 A política energética na América do Sul e o retorno do Estado: o preço do petróleo, mudanças climáticas e a crise econômica
Luiz Pinguelli Rosa
- 17 Energias Renováveis na América Latina e no Caribe
José Goldemberg
- 20 Biomassa, uma fonte de energia subestimada na América Latina e no Caribe
Alfredo Curbelo
- 30 Aspectos de Sustentabilidade Ambiental da Produção de Etanol no Brasil: tecnologias e práticas
Gilberto De Martino Jannuzzi
Rodolfo D. M. Gomes
- 41 Uso de energia nos setores residencial e comercial da América Latina: fatores e perspectivas do uso em imóveis tendo México como referência
Odón de Buen Rodríguez

Créditos:

Conselho Editorial OLADE

Carlos A. Flórez P.
Secretário Executivo

Néstor D. Luna G.
Diretor de Planejamento e Projetos

Erick F. Cabrera C.
Diretor de Integração

Victorio E. Oxilia D.
Coordenador de Capacitação

Patricia Solano
Assistente de Comunicação e Imprensa

ENERLAC MAGAZINE

As opiniões expressas neste artigo são de responsabilidade dos autores e não envolvem a Organização Latino-americana de Energia (OLADE), mas são de sua exclusiva propriedade.

OLADE é a única responsável pelo conteúdo do artigo publicado, como a organização, e é a detentora exclusiva dos direitos, títulos e interesses (incluindo os direitos autorais, marcas, patentes e qualquer outra propriedade intelectual e legal) sobre o total de informações e conteúdo, que é protegido por convenções internacionais e leis domésticas de propriedade intelectual. Esta informação pode ser usada e reproduzida sem permissão e sem onus apenas para fins educativos ou não comerciais, desde que OLADE seja reconhecida como fonte de informação.

Copyright © Organização Latino-americana de Energia (OLADE) 2009.
Todos os direitos reservados.

Autores dos artigos desta publicação:

Carlos A. Flórez P.

Luiz Pinguelli Rosa

José Goldemberg

Alfredo Curbelo

Gilberto De Martino Jannuzzi

Rodolfo D. M. Gomes

Odón de Buen Rodríguez

Agradecimentos Especiais

Sandy Galarza /

Guacyra Nascimento Queiroz
Pela revisão e tradução

Gabriela Madrid

Coordenação da edição

“Esta publicação é tradução da revista em inglês: ENERLAC Magazine, Year 1, No 1, October 2009, ISSN: 1390-5171 Colaboração na tradução de: Gabriela Martínez”.

enerlac



Apresentação

A América Latina e o Caribe, apesar da sua relevância por seus recursos energéticos renováveis e não renováveis, não possuem, até o momento, um canal especializado de comunicação e discussão de assuntos do setor energético que congregue acadêmicos, analistas, formuladores e executores de políticas energéticas e outros profissionais. Existem publicações especializadas em energia, mas sem o foco principal na análise de políticas nessa região.

A Organização Latino-americana de Energia é o único organismo regional inter-governamental que tem como atribuições, entre outras, de: i) fomentar a cooperação técnica, o fluxo e a divulgação de informação científica, legal, contratual e propiciar o desenvolvimento e difusão de tecnologias nas atividades relacionadas com a energia; e ii) propiciar a formulação e o desenvolvimento de políticas energéticas comuns como fator de integração regional. Estas são duas funções muito relacionadas entre si, pois a análise com base científica deve apoiar o desenho, a execução e a avaliação de políticas públicas, seja no âmbito nacional ou regional. Portanto, o princípio motivador para publicar uma revista - como a que se apresenta a continuação - é o de suprir a carência mencionada, cumprindo as funções da OLADE, para orientar a discussão de políticas públicas na área energética, tendo como base o desenvolvimento e a difusão de tecnologias, bem como a análise e a avaliação de políticas, planos e programas.

ENERLAC nasce com uma proposta de discussão: Desenvolvimento Sustentável da Energia na América Latina e no Caribe. Alguns dos principais especialistas da região escreveram artigos expressando diversos pontos de vista sobre este tema. Essas reflexões constituem uma provocação para que outros especialistas regionais usem esse meio de divulgação e discussão de ideias (a revista ENERLAC) para a comunidade energética latino-americana e caribenha.

O primeiro artigo refere-se à Agenda Energética 2023 da OLADE, no qual se expressam os eixos temáticos que a Organização propõe desenvolver até o 50º aniversário do Convênio de Lima, no marco do contexto das características dos sistemas energéticos da região. Em seguida, o artigo do Dr. Luiz Pinguelli Rosa apresenta uma análise das políticas desenvolvidas nas últimas décadas na região e suas relações com a crise econômica mundial e o contexto dos preços dos hidrocarbonetos no mercado mundial. Posteriormente, o Dr. José Goldemberg compartilha suas reflexões sobre a situação da América Latina e do Caribe no que tange ao desenvolvimento das fontes renováveis de energia. Neste mesmo sentido, o Dr. Alfredo Curbelo realiza uma análise do potencial dos recursos da região no que se refere particularmente aos biocombustíveis. A publicação culmina com análise de programas de etanol e de eficiência energética: os doutores Gilberto Jannuzzi e Rodolfo Gomes apresentam uma avaliação de tecnologias e práticas na produção sustentável de etanol no Brasil, com base numa análise SWOT; e, finalmente, o M.Sc. Odón de Buen Rodríguez formula algumas reflexões sobre o uso da energia em edifícios (setor residencial e comercial), tendo como referência o caso mexicano.

Aproveitamos esta oportunidade para agradecer aos especialistas que colaboraram com a presente publicação e ao mesmo tempo para exortar a todos os especialistas da América Latina e do Caribe a enviar propostas de artigos à OLADE. Maiores informações podem ser obtidas no site oficial da Organização: www.olade.org

Dr. Carlos A. Flórez P.
Secretário Executivo
OLADE



A Agenda Energética Da OLADE - 2023



Carlos A. Flórez Piedrahita

*Secretário Executivo
Organização Latino-americana de Energia, OLADE.*

Carlos Arturo Flórez Piedrahita, cidadão colombiano, é o atual Secretário Executivo da Organização Latino-americana de Energia para o período 2008-2010. É um profissional especializado em Ciências da Administração em Israel, com 27 anos de experiência nos setores sociais, sindicais e de solidariedade. Possui 14 anos de experiência no setor público colombiano, sendo 11 deles no setor energético.

O Dr. Flórez ocupou diversos cargos gerenciais em diversas agências e instituições, tais como: o Ministério de Minas e Energia da Colômbia, a Unidade de Planejamento em Minas e Energia (UPME), as Empresas Públicas de Medellín (EPM), ISA (grupo econômico da América Latina dedicado à construção, gerenciamento e operação de sistemas de infra-estrutura nos campos da energia e telecomunicações), entre outros.

No que se refere à atuação do Dr. Flórez no interior da OLADE, foi Coordenador Nacional da OLADE, o que permitiu a sua participação, como representante de seu país, com o exercício da presidência do Comitê de Estratégia e Planejamento da Organização em 2005 e foi membro do Comitê Diretivo até o ano 2007.

Uma das principais conquistas das últimas quatro décadas no que se refere ao desenvolvimento da sociedade, em escala planetária, foi, sem dúvida, a criação de uma consciência cada vez mais clara de que o modo moderno de vida somente se pode manter e ampliar seguindo o critério de sustentabilidade. Um melhor futuro depende necessariamente do que seja feito no presente e do caminho que se decida percorrer. O setor energia, seja como um dos fatores essenciais para a atividade econômica ou bem como uma condição para uma vida digna e moderna de todos os habitantes de um país, não pode fugir desse conceito.

Porém, é indispensável não perder de perspectiva as necessidades reais dos países no desenvolvimento. Com efeito, este conceito se bem criou certas restrições para países desenvolvidos e em desenvolvimento, que têm diferentes níveis de responsabilidade no impacto social, também gerou grandes oportunidades para os países da América Latina e do Caribe.

Esta Região é uma das que maiores potenciais possuem no que se refere ao desenvolvimento das diversas fontes renováveis de energia, tais como: hidroenergia, radiação solar, energia eólica e biomassa, que são recursos abundantes e ainda escassamente aproveitados. A hidroenergia, por exemplo, um recurso disponível em muitos países da Região, é aproveitada em apenas 22% do potencial inventariado até o momento. O que é notável na utilização desta fonte de energia é que existem tecnologias endógenas que permitem a sua conversão em eletricidade, uma forma de energia que faz possível ter os mais diversos usos finais de energia, com altos rendimentos de transformação energética. Este é o mesmo caso da biomassa, com especial atenção nos biocombustíveis. Alguns dos países da região - em particular, Brasil, mas não exclusivamente - têm desenvolvido tecnologias para incrementar a produtividade em toda a cadeia da indústria e têm expandido seu uso, como uma alternativa totalmente viável aos combustíveis fósseis que, apesar da sua indiscutível importância, são de disponibilidade limitada e o seu uso acarreta o incremento das emissões de gases do efeito estufa.

Os biocombustíveis têm um elevado potencial de desenvolvimento na Região, seja pela disponibilidade de solos aptos para a agricultura, ou pelo abundante recurso solar e de água que existe em grande parte da América Latina e do Caribe. Ademais, o desenvolvimento de tecnologias endógenas que incrementam a produtividade em diversos segmentos desta indústria é exemplar no mundo e poder ser aproveitado para ser replicado em outros lugares e assim expandir a produção.

Considerando somente as duas fontes renováveis de energia mencionadas acima, o futuro é promissor para a Região. Mas existem também outras fontes, como a radiação solar e os ventos, que certamente estão verificando um grande impulso no mundo e na América Latina e no Caribe (ALC), principalmente durante o último quinquênio. Na medida em que se desenvolvam na Região tecnologias próprias para o aproveitamento das fontes renováveis de energia ou que se incremente a participação dos recursos regionais na cadeia de valor, estas fontes certamente terão um desenvolvimento cada vez mais importante. Este impulso poderá ter certo impacto, ainda que pequeno, em médio prazo, na estrutura do consumo final de energia na ALC.

Cabe destacar aqui que a Região se caracteriza por possuir uma matriz energética com grande peso das fontes renováveis. Ainda que este fato não se contate de maneira homogênea em todos os países, a média de participação é elevada, se comparada com outras regiões ou países. No ano 2007, a ALC apresentava 25% das fontes renováveis de energia da oferta interna; enquanto que nos países da OCDE¹ esta participação alcançava menos de 7% e a média mundial situava-se, no mesmo ano, na

ordem de 13%. Além disso, se fosse considerar o grau de cobertura elétrica na AL&C ter-se-ia uma população de 39 milhões de pessoas que ainda não contam com o acesso a esta forma de energia. Para a universalização da eletricidade é inquestionável a importância que terão as fontes renováveis de energia.

Entretanto, as fontes renováveis de energia sozinhas não suprirão os requerimentos de energia na região, mas é incontestável o fato de elas constituírem uma alternativa que apoiará a diminuição do uso dos combustíveis fósseis e a importação de combustíveis de outros países, o que representará uma poupança de divisas na proteção do meio ambiente pela possível diminuição de emissões de gases de efeito estufa e a geração de emprego, especialmente no setor rural agrícola.

Para o futuro, tendo como horizonte o ano 2032, estudos da OLADE mostram que a participação dos combustíveis fósseis, em seu conjunto, não apresentará grandes modificações. Espera-se um incremento do consumo de carvão mineral e de gás natural, em detrimento do petróleo. Espera-se também um notável incremento do uso da energia nuclear.

Por sua vez, a geração de eletricidade a partir da utilização de energia da fissão nuclear (ou fusão, ainda em desenvolvimento) é considerada uma opção para melhorar a cesta de fontes energéticas dos países da ALC. Não somente existem reservas como minerais de urânio e tório nos países da Região (somente Brasil possui em torno de 5% das reservas mundiais de urânio), senão também existem avanços que são regionais nas tecnologias de produção e enriquecimento de combustível, desenho de materiais e de reatores nucleares. Neste sentido, o desenvolvimento tecnológico na Argentina, no Brasil e no México teve numerosos resultados de sucesso.

Muitos especialistas comentam que poder combinar o uso de fontes renováveis de energia com o uso racional e eficiente de energia outorgará a nossos países importantes benefícios econômicos. O conceito de Eficiência Energética não se refere a uma medida restritiva sobre o consumo de energia, mas sim a medidas de emprego eficiente, utilizando tecnologia adequada e com irrestrito respeito ao meio ambiente.

A questão do financiamento é um tema muitas vezes apontado como uma das grandes barreiras para o desenvolvimento sustentável, em particular em se tratando de ampliar o uso de tecnologias de conversão de energia renovável, pois estas requerem, em termos de custos de capital e de maneira geral, maiores recursos financeiros. Porém, o financiamento depende essencialmente de dois aspectos: a) a decisão de uma sociedade de locar recursos (sejam de origem pública ou privada) para a energia, o qual pode-se orientar por meio de políticas públicas e pela regulação das tarifas; e b) a utilização de recursos financeiros externos, seja por meio de investimentos ou por meio de empréstimos do sistema financeiro internacional. Finalmente, estes dois aspectos se relacionam diretamente com a criação de

um marco institucional favorável para que o setor energético colabore com o desenvolvimento sustentável. O contexto da crise financeira internacional originada nos EUA e imediatamente globalizada mostra a debilidade do sistema financeiro internacional, antes que uma barreira insuperável para o desenvolvimento. A restrição não é tanto o volume de dinheiro disponível e sim a maneira como ele é administrado, fiscalizado, distribuído e locado.

O que se expôs anteriormente mostra, por um lado, a complexidade dos sistemas energéticos e suas estreitas relações com outros setores, tais como: a economia, as finanças e o ambiente. Por outro lado, mostra a riqueza de recursos energéticos da América Latina e do Caribe. O desafio é aproveitar os recursos de maneira racional, para benefício principalmente da população da Região.

A necessidade de se preparar face os cenários para o desenvolvimento energético, mas com base nas condições particulares e regionais, levou à Organização a se re-desenhar, mantendo vigentes os seus princípios, para ser considerada a instância intergovernamental, no âmbito regional, que conhece, opina e propõe sobre os temas energéticos. Para fazer frente a este desafio, os funcionários da Organização realizaram a inédita tarefa de criar e manter uma cultura do planejamento estratégico. Parte-se da ideia de que somente uma contínua reflexão sobre o posicionamento da OLADE, no marco dos seus Países Membros, mas também no âmbito de outros organismos internacionais, pode orientar seus planos operacionais de maneira mais eficaz para o cumprimento de seus objetivos.

Em ocasião do 35º aniversário da Organização Latino-americana de Energia, há um ano, mencionava-se que o principal desafio institucional era o de influenciar proativamente nas políticas energéticas dos países da ALC. Não se trata de substituir o papel fundamental que têm as autoridades energéticas dos Países Membros na formulação e implementação de políticas, mas sim de contribuir para que as ações nacionais sejam mais eficazes, capitalizando a grande fortaleza que a OLADE possui: o enfoque regional.

Com efeito, manter vigente a relação com os Países Membros e ao mesmo tempo buscar alianças com outros organismos, reforçando a posição da OLADE no âmbito energético e em escala mundial, constituem a base das ações futuras da Organização. Isto significa que os objetivos gerais da Organização no contexto regional estão claros. O que foi consignado no Convênio de Lima continua vigente. O que se deve buscar é a renovação constante dos planos operativos, mas tendo uma estrutura que, sem engessar ações, as oriente em direção a esses objetivos, com resultados concretos.

Nesse contexto, o exercício de planejamento estratégico da OLADE definiu uma proposta de eixos temáticos, que se denomina Agenda Energética OLADE 2013.

1 Países Membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico: Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Coreia do Sul, Dinamarca, Eslováquia, Espanha, Estados Unidos da América, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Islândia, Japão, Luxemburgo, México, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Polónia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suécia, Suíça e Turquia.

1. Fortalecimento institucional

Fortalecer o aspecto institucional implica oferecer ferramentas que sejam de utilidade para os organismos e agências de energia dos Países Membros, para que estes possam cumprir mais eficazmente suas funções.

A OLADE propõe neste eixo temático o apoio aos Países Membros em áreas tais como: planejamento, marco institucional, responsabilidade social corporativa, profissionalização e disponibilidade de recursos.

2. Tecnologias da informação

As tecnologias da informação constituem na atualidade uma poderosa plataforma de opções para facilitar e expandir diversos tipos de serviços. Ademais, são opções que possibilitam a otimização do uso de recursos. A OLADE vem orientando algumas de suas atividades com base nessas tecnologias. O uso intensivo da internet e de programas especializados permite a oferta de cursos virtuais de grande abrangência geográfica. Cerca de 3500 participantes em 45 cursos ministrados nos últimos 36 meses, dos 26 países membros e do país participante - abrangência inédita na história da OLADE - constituem a prova incontestável de que o caminho que se está percorrendo é o correto.

Os demais serviços da Organização - inclusive no que tange à administração - podem ser modernizados, facilitando o acesso à oferta técnica da OLADE. A mudança tecnológica não somente resulta no uso mais racional de recursos mas também em maior alcance de seus produtos e serviços.

3. Estudos energéticos

O enfoque que se pretende dar aos estudos parte da base dos Sistemas de Informação existentes na Organização. A validação das bases estatísticas energéticas constitui por si só uma tarefa de grande valor. No entanto, pretende-se ir além dos dados. Busca-se utilizar a informação em análises por setores de energia e por meio de indicadores específicos.

Da mesma maneira, a realização periódica do estudo de Prospecção Energética OLADE contribuirá na orientação das políticas de abrangência nacional e regional. Neste sentido, a integração energética regional, tantas vezes mencionada nos discursos, é um objetivo ainda não atingido totalmente. Projetos bilaterais de grande envergadura e algumas declarações políticas foram realizados. Mas é pouco o que se tem avançado em normativas de caráter supranacional e em projetos regionais na ALC.

4. Intercâmbio de experiências

Esse eixo temático gera oportunidades de troca inédita entre diversos atores da Região, o qual pode facilitar os trabalhos de pesquisa e desenvolvimento entre países com certo grau de semelhança no que tange ao avanço científico e tecnológico. Mas também pode representar benefícios ainda mais importantes para países de menor desenvolvimento tecnológico interno, por meio de diversas atividades cooperativas. Ao mesmo tempo, o conjunto de países da região não pode permanecer alheio às inovações tecnológicas que se desenvolvem no âmbito mundial. É fundamental manter um diálogo entre os centros de excelência da região e do mundo, conhecer e divulgar resultados e trabalhar na fronteira da ciência e tecnologia.

Nesse tema existem diversas modalidades de atividades que são consideradas: desde espaços de diálogo (foros, eventos), que não podem ser tomados em diálogos fragmentados e isolados, até a criação de redes temáticas de especialistas para facilitar o trabalho colaborativo entre centros dos sistemas nacionais de ciência, tecnologia e inovação, tanto da região como do mundo.

5. Comunicação

Destaca-se a importância de se manter um contato e uma relação permanente, em primeiro lugar, entre a OLADE e as autoridades energéticas dos países membros, para em seguida incorporar nesse relacionamento as empresas energéticas (principalmente as da esfera pública), agências de regulação, autoridades e outros organismos relacionados com o setor energia.

As relações da OLADE com outros organismos internacionais foram incrementadas notavelmente durante a recente gestão, as quais se vinculam com um processo de consolidação da Organização como um porta-voz regional no âmbito da energia. Ações conjuntas de organismos internacionais são bem recebidas pelos governos, não somente pelas sinergias que podem resultar da colaboração, mas também porque a locação e o uso de recursos dos países membros nesses organismos são otimizados.

Finalmente, cabe mencionar que a OLADE não se propôs uma Agenda Energética 2023 fechada e consolidada. Trata-se de um exercício que deve ter continuidade no interior da Organização, em estreita vinculação com as autoridades energéticas dos países membros, devendo a Agenda ser adaptada e melhorada continuamente para benefício do setor energético da América Latina e do Caribe.

A Política Energética na América do Sul e a Volta do Papel do Estado:

Preço do Petróleo, Mudança do Clima e Crise Econômica



Luiz Pinguelli Rosa

Professor titular da Pós-graduação de Planejamento Energético e diretor da COPPE / UFRJ

Graduado em Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1967), Mestre em Engenharia Nuclear pela COPPE/UFRJ (1969), Doutor em Física pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1974). Foi Diretor da COPPE/UFRJ por 03 mandatos e Ex-Presidente da Eletrobrás. Atualmente é Diretor da COPPE/UFRJ, Professor Titular do Programa de Planejamento Energético da COPPE/UFRJ e Secretário Executivo do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas.

Áreas atuais de pesquisas: planejamento energético, mudanças climáticas e epistemologia e história da ciência. Pesquisas anteriores estão ligadas às áreas: engenharia nuclear, física de reatores, física teórica e física de partículas.

Foi pesquisador ou professor visitante das Universidades de Standford (SLAC), da Pennsylvania, de Grenoble, e de Cracóvia na Polónia, do Centre International pour l'Environnement et le Développement em Paris, do Centro Studi Energia Enzo Tasseli, do Ente Nazioanale per l'Energia Nucleare e Fonti Alternative, ambos na Itália, e da Fundação Bariloche na Argentina.

Foi ainda membro do Conselho do Pugwash (1999-2001) - entidade fundada por Albert Einstein e Bertrand Russel, a qual ganhou o Nobel da Paz em 1995 e tem participado do Painel Intergovernamental de Mudanças do Clima (IPCC), instituição que recebeu o Prêmio Nobel da Paz em 2007.

1 - Introdução: a Volta do Papel do Estado

Este artigo procura dar um panorama atual da política energética dos países da América do Sul, enfatizando o Brasil e suas relações na perspectiva da integração energética sul-americana. Não pretende ser, portanto, uma análise completa nem neutra. Por isso, se concentra em certos aspectos avaliados como mais relevantes, ao invés de descer a detalhes de cada país e sobre todas as fontes de energia tecnicamente viáveis, mas nem sempre importantes economicamente. Com o objetivo de servir de instrumento de política, no sentido de dar base para tomada de decisões e planejar ações, contextualiza a América do Sul e a América Latina no quadro mundial. Neste contexto deve-se dar atenção ao impacto da elevação vertiginosa do preço do petróleo, sua queda posterior com a crise econômica mundial que chegou à América Latina em 2009, alavancada pela excessiva financeirização da economia globalmente, e a recente subida relativa do barril do petróleo. Este impacto tem como contraponto a descoberta da área petrolífera do Pré-Sal no Brasil, que aumenta a dimensão do potencial petrolífero sul-americano.

Entre as diversas fontes primárias de energia, destacam-se aquelas de maior papel na integração atual e potencial: a hidroeletricidade, o petróleo e o gás natural. Estes últimos têm sido objeto de diversos estudos específicos e, por isso, não serão visto com o mesmo nível de detalhamento. Na conjuntura atual ganharam importância as fontes alternativas, em particular os biocombustíveis, especialmente o álcool brasileiro. Este foi alvo de intensa polêmica internacional recente, devido à questão da alta dos preços de alimentos em nível mundial, atribuída por alguns, hipoteticamente, à competição dos biocombustíveis, também acusados de contribuir para o desmatamento da Amazônia no caso brasileiro.

Assistimos no mundo ao retorno da intervenção dos Estados nacionais na economia com a crise econômica mundial. Na área energética isso vinha voltando a ocorrer em vários países da América do Sul. Esta situação não é inédita nem exclusivamente sul-americana. No mundo, os choques do petróleo de 1973 e 1979 levaram a políticas nacionais de energia e ao planejamento energético pelos governos, seja para garantir o suprimento de petróleo, seja para desenvolver outras fontes, convencionais e alternativas. Este processo ocorreu não só na América do Sul, mas teve âmbito mundial.

Na segunda metade da década de 1980 houve a queda do preço do petróleo e a partir daí reduziu-se muito o papel do Estado na energia, deixada a cargo do mercado. Na década de 1990, por vários fatores, cresceram as políticas rotuladas de neoliberais no mundo e na América Latina houve a desregulamentação e a privatização de empresas de energia estatais. Na América do Sul isto ocorreu com particular intensidade no Chile, desde o governo Pinochet, e depois em muitos países, como a Argentina e o Brasil em diferentes graus e em diferentes tempos. Esta situação se reverte agora dentro de um novo quadro bem mais complexo, que não se reduz a um simples retorno ao status anterior e varia de país a país.

2 - A Política Energética face à Variação do Preço do Petróleo

O quadro recente teve em comum com o momento dos choques do petróleo a alta de preço internacional do barril do óleo cru, que até 1973 estava entre US\$ 1 e US\$ 2 e subiu fortemente até atingir em 1979, por algum tempo, US\$ 40, caindo vertiginosamente na segunda metade da década de 1980 e tomando um caminho errático na década de 1990 (figura 1). Em 1999 chegou a apenas US\$ 10, mas em 2006 ultrapassou US\$ 70 e em 2008 beirou US\$ 140. Em 9 anos o preço do petróleo foi multiplicado por 14 e quase dobrou em dois anos, mas caiu a seguir para menos de US\$ 50 para equilibrar-se depois em torno deste valor ao longo de 2009.

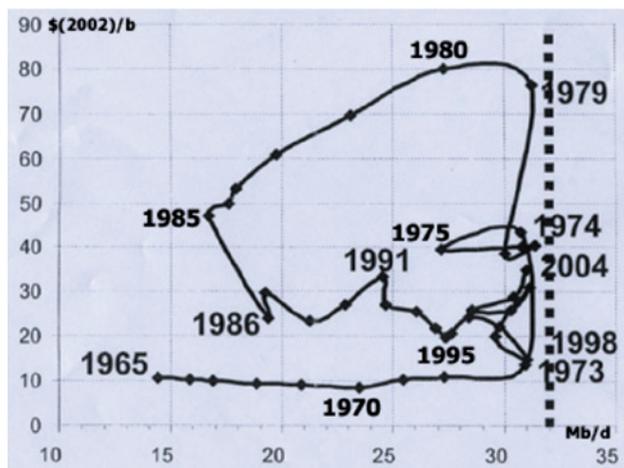
O gás natural, por sua vez, ocasionou problemas nos últimos anos entre a Rússia e a Europa, entre a Argentina e o Chile, e entre a Bolívia e o Brasil há pouco tempo. Na energia elétrica, houve racionamentos sérios em 2001, por muitos meses no Brasil e na Califórnia, em ambos os casos por falta de regulação do setor.

A desregulamentação da energia foi uma parte do processo de liberalização da economia sob a globalização financeira, que está na raiz da crise mundial iniciada nos EUA em 2008 e que se agravou em 2009 atingindo a América do Sul, em particular alguns países, como o Brasil.

No caso da energia, somam-se os efeitos da crise financeira aos da crise ambiental, devido à mudança do clima pelo aquecimento global intensificado pelas emissões de gases como o dióxido de carbono produzido na queima de combustíveis fósseis. O efeito estufa tornou-se um grande problema político internacional, pois se trata de escolhas da sociedade que não cabem às empresas fazerem sozinhas. A atribuição do Nobel da Paz de 2007 ao Painel Intergovernamental de Mudança do (IPCC) veio como um desdobramento da divulgação, feita no início de 2007, do Quarto Relatório de Avaliação que causou grande preocupação em todo o mundo.

O impacto da alta do preço internacional do barril de petróleo na economia mundial teve repercussão nos países sul-americanos, embora hoje a participação do petróleo na economia mundial seja menor do que nos tempos dos choques do petróleo da década de 70. Em nível mundial esta participação nos custos dos produtos em geral é a metade do que era naquele tempo.

Figura 1
Preço e produção do petróleo da OPEP



Fonte: Jean Marie Martin, Université de Grenoble, 2004 Preço do barril do petróleo (US\$/b) versus produção da OPEP (Mb/d). Os valores do preço do petróleo estão em dólar do ano de 2002. Os valores correntes do preço do petróleo no período anterior ao choque situavam-se na faixa de US\$1/barril.

Alguns fatores contribuíram para esta forte variação do preço do petróleo:

- a) - A previsão do declínio da produção mundial, embora na América do Sul tenha havido importantes descobertas na área do Pré-Sal brasileiro, e o crescimento do consumo, especialmente nos países em desenvolvimento, puxado pela China e incluindo a América do Sul.
- b) - A instabilidade geopolítica mundial, principalmente no Oriente Médio, área produtora de petróleo, e a forte dependência dos países da OCDE, especialmente dos EUA, quanto à importação de petróleo. Embora em menor grau o esta instabi-

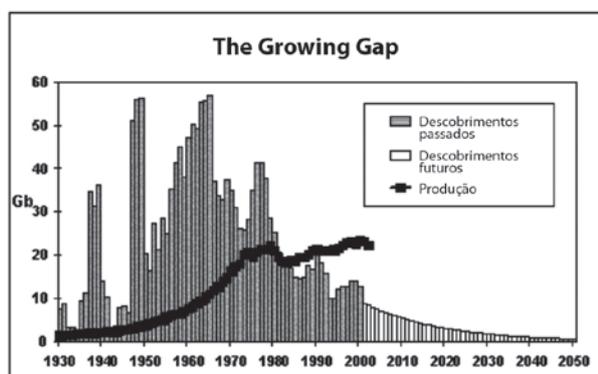
lidade se projeta na América do Sul com a tensão política entre EUA e Venezuela.

c) - A crise econômica mundial desencadeada a partir dos EUA em 2008, que impactou a América do Sul em 2009.

d) - As pressões ambientais, especialmente as emissões de dióxido de carbono na combustão de derivados de petróleo, agravando o efeito estufa que contribui para o aquecimento global da Terra.

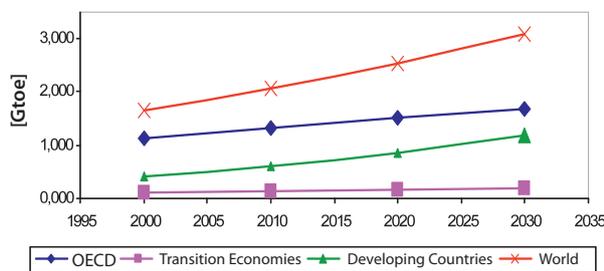
O ponto (a) acima é evidenciado pelas figuras 2 e 3. A primeira mostra a evolução e a projeção futura dos descobrimentos do petróleo e da tendência de declínio da sua produção, devendo-se ressaltar que na América do Sul há um contraponto a essa tendência com a descoberta da área petrolífera do Pré-sal no Brasil.

Figura 2
Descobrimentos passados e previstos de petróleo



Fonte: Colin Campbell, The Coming Oil Crisis, 2000

Figura 3
Energia nos Transportes



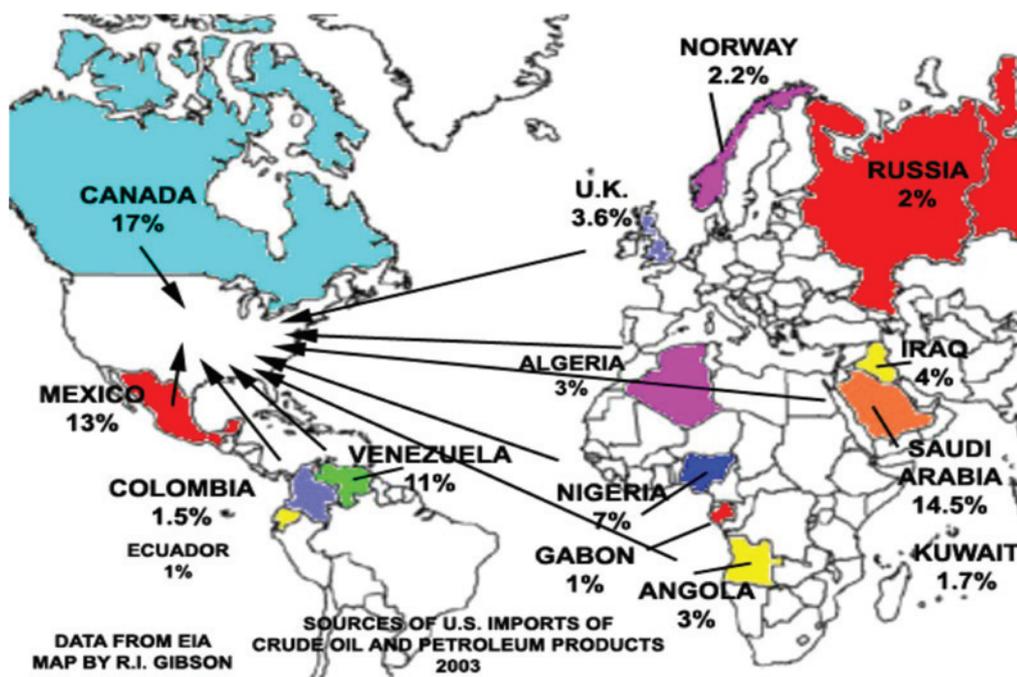
Fonte: Suzana K. Ribeiro, COPPE, 2005

A figura 3 mostra a projeção do aumento do consumo de derivados do petróleo em transportes, vendo-se que a curva de maior derivada é a que representa os países em desenvolvimento.

A instabilidade geopolítica ligada às áreas petrolíferas (ponto b) é empiricamente evidenciada pelo conflito no Iraque, ocupado por forças norte-americanas, pelo conflito árabe israelense e pela tensão dos EUA com o Irã por seu projeto de enriquecimento de urânio. Ademais em áreas petrolíferas na América do Sul há evidente tensão política: entre os EUA e a Venezuela e o Equador. Com o presidente Barack Obama esta tensão diminuiu, mas recrudescer com o anúncio de um acordo militar dos EUA com a Colômbia e alguns atritos deste país com a Venezuela, o que provocou um pedido de esclarecimento do Brasil ao governo norte americano.

O aspecto da dependência da importação do petróleo nos países ricos, também no ponto (b), fica demonstrado na figura 4, em que estão desenhadas as linhas de fluxo do petróleo em direção aos EUA, que aparece como um sumidouro em

Figura 4
Fluxos do Petróleo para os Estados Unidos



uma analogia com a dinâmica dos fluidos na física. Esta questão se agrava sob certo aspecto com a crise econômica mundial (c) desencadeada em 2008 - 2009, pois cria dificuldades nas economias dos países desenvolvidos. Na figura 4 a América do Sul contribui com 13,5% (11% da Venezuela, 1,3% da Colômbia e 1% do Equador). Para comparação, o Canadá entra com 17%, a Arábia Saudita com 14,5% e o México com 13%. Portanto não só a América do Sul tem papel destacado no suprimento de petróleo para o mercado norte-americano, como somando o fluxo do México verifica-se que a América Latina como um todo assume o primeiro lugar. Apesar da intensa polêmica no campo político entre Venezuela e EUA nos últimos anos, o fluxo de petróleo venezuelano para aquele país ficou ininterrupto.

A crise financeira desencadeada nos EUA (c) se alastrou no mundo e já reduziu os Pib's de alguns países, inclusive o norte americano. A vitória do presidente Obama nos EUA teve importante significado e o governo teve de intervir na economia para salvar grandes empresas da falência, como ocorreu na recente estatização da General Motors. O Nobel de economia de 2008, Paul Krugman tem recomendado uma política econômica próxima à keynesiana, enquanto Francis Fukuyama - que se tornou famoso por causa de um artigo escrito em 1989 propugnando que, com a queda do muro de Berlim, a história acabou - declara agora que é hora de dar a vez a uma política de menos mercado e mais Estado.

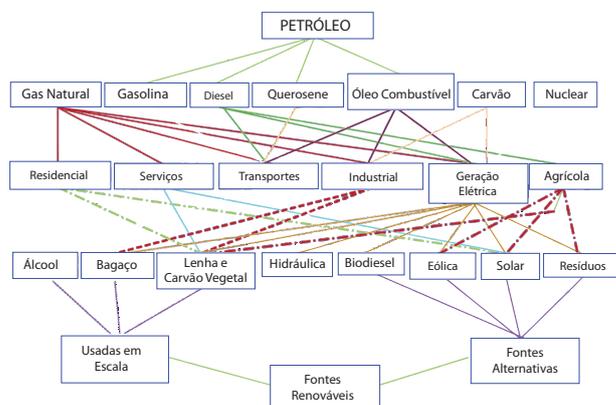
Finalmente, sobre o ponto (d) é relevante assinalar que a participação das fontes primárias renováveis, em particular da hidroeletricidade é maior na América do Sul do que nos demais continentes e os biocombustíveis têm grande uso no Brasil, cujas emissões de gases do efeito estufa, entretanto, são dominadas pelo desmatamento.

3 - As Emissões de Gases do Efeito Estufa e a Mudança do Clima

São responsáveis por emissões de gases do efeito es-

tufa as fontes fósseis (parte superior da figura 5), com exceção da energia nuclear, cuja utilização se dá pela fissão do urânio e não pela combustão, como ocorre com o carvão, o petróleo e o gás natural. As fontes renováveis (parte inferior da figura) não emitem gases do efeito estufa ou emitem pouco em geral, como o álcool e a hidroeletricidade. No caso dos biocombustíveis, o dióxido de carbono emitido na sua combustão é reabsorvido da atmosfera no crescimento do vegetal. Entretanto, metade da lenha e do carvão vegetal vem de desmatamento no Brasil, onde o carvão vegetal é usado na siderurgia. A emissão líquida no caso do álcool se restringe ao consumo de diesel de tratores e caminhões na lavoura da cana. No caso das hidrelétricas o grupo de pesquisa da COPPE realizou medidas em vários reservatórios no país, constatando emissões de dióxido de carbono e de metano, embora em geral a contribuição destas usinas seja menor que das termelétricas.

Figura 5
Fluxos de Energia das Fontes Primárias Fósseis e Renováveis



Segundo relatório do IPCC divulgado em 2007, em nível mundial o crescimento de emissões de gases do efeito estufa foi de 70% entre 1970 e 2004. Dentre estas, as emissões de CO₂ cresceram de 80% e representavam 77% das emissões antropogênicas em 2004. O maior crescimento das emissões entre 1970 e 2004 foi do setor de energia (145%), seguido dos setores de transportes (120%), indústria (65%) e de usos da terra e desmatamento (40%). O Quadro 1 dá os índices de energia per capita, de emissões de CO₂ per capita, por energia consumida e por PIB dos países da América do Sul.

Quadro 1
Energia per Capita e Índices de Emissões de CO₂ do Consumo de Energia

Países da América do Sul	tep per capita	t CO ₂ / capita	t CO ₂ / tep	Kg CO ₂ / 2000 US\$ de PIB
Argentina	1.64	3.64	2.21	.45
Bolívia	0.58	1.29	2.23	0.51
Brasil	1.12	1.77	1.57	0.49
Chile	1.81	3.60	1.98	0.63
Colômbia	0.63	1.31	2.10	0.60
Equador	0.79	1.77	2.24	1.14
Paraguai	0.67	0.58	0.87	0.43
Peru	0.49	1.02	2.06	0.43
Uruguai	0.84	1.52	1.81	0.24
Venezuela	2.29	5.35	2.34	0.91

Energia expressa em tonelada equivalente de petróleo (tep)
Fonte: International Energy Agency (IEA), 2006

A reunião da Convenção da ONU sobre Mudança do Clima em Copenhague no fim de 2009 representa uma esperança de se encontrar um consenso para compromissos mais efetivos para reduzir as emissões totais mundiais de gases do efeito

estufa, que contribuem para o aquecimento da atmosfera junto à superfície terrestre, possibilitando mudanças climáticas cujas consequências podem ser muito graves para a humanidade.

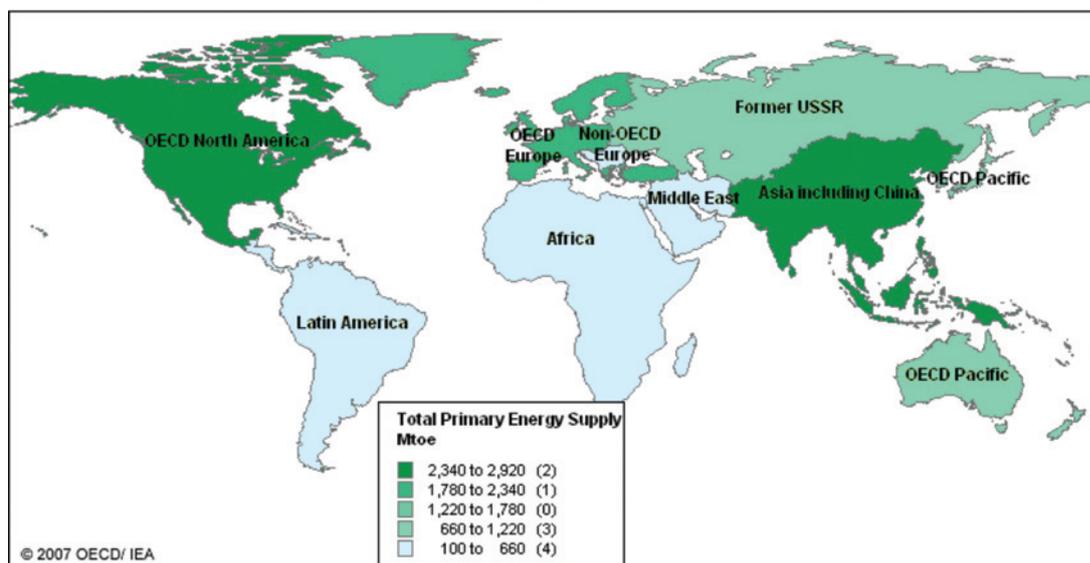
Alguns fatos recentes são animadores, mas não o suficiente para garantir que se chegue a uma solução satisfatória, dado o aumento principalmente da concentração atmosférica do dióxido de carbono, segundo o Relatório de 2007 do IPCC. É animadora a aprovação pela Câmara de Representantes dos EUA do projeto de lei proposto pelo presidente Obama, o que significa um salto em relação ao governo Bush. Entretanto a proposta de Obama é reduzir em 2020 as emissões norte-americanas de CO₂ a um valor 17% menor do que era emitido por aquele país em 2005. Ora, isso é muito menos do que a meta estipulada pelo Protocolo de Kioto, cujo ano base sobre o qual se aplicava o percentual de redução definido para cada país foi 1990, e o prazo dado foi entre 2008 e 2012. E é menor também que a meta da União Européia. O Protocolo de Kioto foi recusado pelos EUA.

A reunião do G8+G5 realizada em 2009 na Itália avançou pouco no sentido de se chegar a um compromisso efetivo envolvendo os países desenvolvidos - representados pelo G8 liderado pelos EUA com Obama à frente - e os países em desenvolvimento - entre os quais o Brasil com maior peso da China secundada pela Índia. As economias desses dois gigantes asiáticos vinham crescendo acima de 10% ao ano e crescem acima de 5% em meio à crise econômica que abala o mundo.

O compromisso de limitar em 2° C o aumento da temperatura global em relação à da era pré-industrial é animador. A posição brasileira na fase preparatória da Conferência de Copenhague incluiu esta limitação, que implica em um grande esforço para reduzir as emissões dos países ricos e para controlar as dos países em desenvolvimento. Mas este esforço não faz parte do compromisso do G8+G5, que, desse modo, cai no vazio. Foi definida uma meta de limitação do aumento da temperatura abstratamente sem definir as etapas de redução de emissões para atingi-la.

Cogitou-se na reunião do G8 + G5 definir uma redução de 80% das emissões dos países ricos em 2050 desde que os países em desenvolvimento concordassem em reduzir suas

Figura 6
Consumo de Energia Primária no Mundo



emissões de 50% neste mesmo ano, com o que estes não concordaram. Uma questão é a polêmica sobre a adoção de obrigações dos países em desenvolvimento quanto às suas emissões. Um argumento para adotá-las é o crescimento das emissões nos países em desenvolvimento, especialmente da China e da Índia. Mas, per capita as emissões de CO2 dos países ricos continuam muito acima daquelas dos países em desenvolvimento.

No Brasil foi animadora a criação do Plano Nacional de Mudanças Climáticas aprovado pelo Presidente Lula em dezembro de 2008, com metas definidas para redução do desmatamento, o qual é responsável pela maior parte das emissões brasileiras. Teve grande repercussão na Reunião da Convenção do Clima em Poznam naquele mesmo mês, a qual, aliás, deu poucos resultados concretos. Também é animador a previsão pelos dados de satélites apurados pelo INPE, é de uma redução taxa de desmatamento em 55% neste ano, cumprindo a meta do Plano.

Por outro lado não é animador o aumento da participação de combustíveis fósseis na geração elétrica prevista no Brasil. Mas, é alvissareiro o crescimento da produção e consumo do álcool nos automóveis, ultrapassando o de gasolina no País, cuja matriz energética tem 45% de energia renovável, aí incluída a geração hidrelétrica e os biocombustíveis, enquanto no mundo este percentual é de 13% e nos países da OCDE de 6%.

A diferença do consumo de energia primária nas várias regiões do mundo pode ser vista no mapa da figura 6. A América do Sul e a África ficam na faixa de menor consumo, entre 100 e 600 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (toe), em contraste com a América do Norte, Europa e Ásia, na faixa entre 2320 e 2960 milhões de toneladas equivalentes de petróleo.

4 - Estrutura do Setor Energético da América do Sul

A população da América Latina é cerca de 7% da mundial, enquanto o consumo de energia primária da Améri-

ca Latina é 4,4% do consumo mundial, o que mostra uma desigualdade. Agora, se observamos as fontes de energia primárias (IEA, Key World Energy Statistics, Paris, 2007), a participação da América Latina na produção de energia no mundo varia conforme a fonte considerada:

- 9,0% em petróleo
- 4,9% em gás natural
- 1,4% em carvão
- 0,8% em nuclear
- 20,7% em hidroeletricidade

Portanto, a presença da geração nuclear de eletricidade na América Latina é menos de 1% da geração nuclear no mundo. Fica restrita ao Brasil, Argentina e México. Enquanto isso, a participação da hidroeletricidade supera 20%. Brasil, Venezuela e Perú estão entre os dez países com maiores recursos hídricos no mundo (Quadro 2).

Quadro 2
Países com maiores recursos hídricos no mundo

	km3 / ano	m3 /ano / habitante
Brasil	8.2 ←	48.3
Rússia	4.5	30.9
Canadá	2.9	94.3
Indonésia	2.8	13.3
China	2.8	2.2
EUA	2.0	7.4
Peru	1.9 ←	74.5
Índia	1.9	1.8
Congo	1.3	25.1
Venezuela	1.2 ←	51.0
Dez maiores	29.7	34.9
Mundo	43.7	7.2

Source: FAO, ONU, 2003; Roberto D'Araujo, Seminário sobre Estratégias Energéticas, UFRJ, 2004

Quadro 3
Petróleo, Gás Natural, Carvão e Hidroeletricidade

País	Petróleo			Gás Natural			Carvão			Hidroelétrica.		
	Milhão de tep	Prod	Imp* Exp*	Milhão de tep	Prod	Imp Exp	Milhão de tep	Prod	Imp Exp	mil MWh	Prod	Imp# Exp#
Argentina	37.8	1.3	14.9	36.2	1.3	5.4	-	1.0	0.14	34.6	8.0	0.4
Bolívia	2.9	0.2	0.6	9.9	-	8.6	-	-	-	2.5	-	-
Brasil	87.3	28.0	23.4	9.2	7.5	-	2.5	11.3	-	337.4	39.2	0.1
Chile	0.3	14.3	1.7	1.7	5.3	-	0.3	3.9	-	24.8	2.1	-
Colômbia	27.4	0.9	16.1	6.1	-	-	38.9	-	34.9	39.8	-	1.7
Equador	27.0	2.6	20.6	0.4	-	-	-	-	-	6.8	1.7	-
Paraguai	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	51.2	-	43.8
Peru	5.2	5.9	3.5	1.4	-	-	0.03	0.8	-	19.9	-	-
Uruguai	-	2.3	0.3	-	4.1	-	-	-	-	6.7	1.6	0.8
Venezuela	169.3	-	138.1	23.2	-	-	5.2	-	5.2	75.0	-	-

(*) Inclui petróleo bruto e derivados; (#) Eletricidade incluindo geração hidrelétrica e termelétrica
Fonte: IEA, 2006

Tomando recursos hídricos per capita, Peru e Venezuela superam o Brasil e ficam atrás apenas do Canadá. Quando passamos à capacidade instalada de geração hidrelétrica os EUA sobem para o primeiro lugar, o Brasil desce para o terceiro e a Venezuela para o décimo terceiro lugar, enquanto o Peru sequer aparece na lista dos países com grande geração hidrelétrica.

A produção, importação e exportação do petróleo, gás natural, carvão e energia hidrelétrica nos principais países sul-americanos é dada no Quadro 3. A importação e a exportação referente ao petróleo incluem os derivados além do óleo cru. No carvão são computados seus diferentes tipos e o coque. Ao lado da produção de hidroeletricidade estão a importação e exportação de energia elétrica.

Pelo Quadro 3 os maiores produtores de petróleo na A. Sul são a Venezuela e o Brasil, este, por enquanto, muito distante da primeira. O Brasil empata exportação (principalmente de óleo cru pesado) com importação (de cru leve necessário para o refino). Argentina, Colômbia e Equador têm produções semelhantes e exportam petróleo.

A Argentina é o maior produtor de gás natural, vindo em seguida Venezuela, Bolívia e Brasil, que é também importador. São exportadores Argentina (para o Chile) e Bolívia (para Brasil e Argentina). São importantes consumidores de gás natural Venezuela, Argentina e Brasil.

O carvão mineral tem grande produção na Colômbia, que é exportadora, enquanto o Brasil é o maior produtor de hidroeletricidade no continente, vindo depois a Venezuela e o Paraguai, que a exporta.

5 - Mudanças no Setor Energético da América do Sul

Importantes eventos marcaram o setor de energia na América do Sul nos anos 2000:

- a) - Racionamento de energia elétrica no Brasil em 2001 após privatização de importantes empresas elétricas, levando à suspensão do processo de privatização do setor elétrico brasileiro em 2003, após a eleição do novo presidente, fato que influiu em decisões em outros países, a começar da Argentina.
- b) - Mudança do quadro das reservas petrolíferas sul-americanas com a auto-suficiência do Brasil em petróleo e a descoberta em 2008 de grande área petrolífera na área do Pré-sal.
- c) - Racionamento de gás natural e de energia elétrica na Argentina, com repercussão no corte de parte da exportação de gás para o Chile e retomada da intervenção estatal da Argentina na energia.
- d) - Nacionalização do petróleo e gás natural na Bolívia, levando à renegociação da exportação de gás para o Brasil e para a Argentina, bem como à nacionalização de refinarias da Petrobrás naquele país.
- e) - Mudança da política energética venezuelana com maior intervenção estatal no petróleo, através da PDVSA e também nas relações com empresas petrolíferas estrangeiras, e na energia elétrica.
- f) - Mudança da política energética do Equador com novas regras para empresas petrolíferas estrangeiras, inclusive a Petrobrás.
- g) - Mudança da política energética do Paraguai, em especial quanto à usina hidrelétrica binacional (com o Brasil) de Itaipu.
- h) - Aumento do consumo de biocombustíveis líquidos com a retomada da expansão do álcool automotivo e do programa de biodiesel no Brasil a partir de 2003.

Para se entender as mudanças na América do Sul deve-se levar em conta os seguintes aspectos:

- a) - Tem havido nos últimos anos crescimento econômico significativo em vários países após anos seguidos de estagnação ou pequeno crescimento, sob políticas monetaristas de ajuste

econômico orientadas pelo Fundo Monetário Internacional e pelo Banco Mundial com apoio dos países ricos.

- b) - Permanece uma grande desigualdade social, ainda que melhorias significativas estejam ocorrendo no campo social em alguns países. No caso do Brasil calcula-se que cerca de 20 milhões de pessoas subiram de nível de renda, passando da classe D, pobre, para a classe C. Infelizmente este processo é prejudicado com a crise econômica.

- c) - Governos de esquerda ou com apoio da esquerda ganharam eleições e estão no poder em vários países sul-americanos: moderados no Chile, no Brasil e no Uruguai; nacionalistas na Venezuela, na Bolívia e no Equador; em posição intermediária próxima do segundo grupo acima na Argentina e no Paraguai.

- d) - Associações supranacionais sul-americanas em contraponto à proposta da Alca liderada pelos EUA há alguns anos.

A Venezuela implantou novo imposto sobre lucros extraordinários das empresas petrolíferas. A medida foi tomada poucos meses após Exxon Móbil e Conoco Phillips deixarem a Venezuela por causa da nacionalização do petróleo. A Exxon deixou a exploração na Faixa do Orinoco em 2008.

6 - Problemas Recentes de Energia no Cone Sul

Em 2007 houve uma crise de energia na Argentina. Primeiramente o frio intenso no inverno aumentou muito o consumo de gás, depois, no verão, o uso maior do ar condicionado agravou a situação do suprimento de energia elétrica. Para garantir o suprimento residencial, foi necessário cortar gás de indústrias e também houve racionamento de gás veicular, usado por toda a frota de táxis de B. Aires. O Brasil naquele ano cedeu à Argentina 1 milhão de m³ de gás da Bolívia, além de energia elétrica.

A Bolívia anunciou não poder atender o fornecimento de gás de 4,6 milhões de m³ / dia em 2008 e em 2009, conforme estava contratado com a Argentina. A previsão era de 27,7 milhões de m³ / dia em 2010 com a conclusão do gasoduto do Nordeste Argentino. O Brasil se dispôs a suprir energia elétrica de usinas termelétricas que não estivessem sendo despachadas. Em fevereiro de 2008 foi firmado um acordo prevendo o intercâmbio de energia, devendo a Argentina. O Brasil iniciou em maio de 2008 o envio de 300 MW médios para a Argentina. O acordo prevê 800 MW podendo chegar a 1500 MW se necessário. Parte desta energia pode ser retransmitida ao Uruguai. Existe um limite de 72 MW da conversora de frequência para envio direto para o Uruguai.

O Chile tem um protocolo com a Argentina desde 1995 para importar gás natural, mas em 2004 a Argentina emitiu uma resolução dando prioridade ao seu mercado interno, em detrimento dos contratos de exportação de gás. Em 2003 já era maior que 50% a participação do gás na geração elétrica chilena, sendo dependente da importação da Argentina. Em agosto de 2005 a Argentina cortou 59% do gás para o Chile e em maio de 2007 este percentual se elevou para 64%, ou seja reduziu de 14 milhões de m³ / dia em um total que era de 22 milhões de m³ / dia, obrigando as centrais elétricas chilenas operarem com diesel. 70% da demanda de gás no Chile é para geração termelétrica. Uma lei chilena de incentivos fiscais para energias renováveis prevê que no mínimo 5% dos novos projetos elétricos sejam de energias renováveis.

Em 2008 os presidentes Lula, Morales e Cristina Kirchner se encontraram para discutir a questão da escassez de gás natural, especialmente na Argentina, e sua produção na Bolívia. Apesar de tanta agitação que houve a respeito da política de nacionalização na Bolívia, empresas petrolíferas estrangeiras anunciaram em 2008 a disposição de investirem lá 3 bilhões de dólares. Entre as três maiores investidoras está a Repsol espan-

hola com 1 bilhão de euros, a Petrobrás e a PDVSA, Foi anunciado em 2008 um Plano Nacional de Eficiência Energética na Bolívia. O objetivo é estimular o uso correto da eletricidade para viver com dignidade. O financiamento é da Venezuela através do Tratado de Comércio dos Povos - Alternativa Bolivariana das Américas.

A reação em cadeia à nacionalização do gás e do petróleo na Bolívia foi contrabalançada pela prudência diplomática nos pronunciamentos oficiais do governo Lula, resistindo a pressões expressas em declarações extremistas na imprensa brasileira. Seguiram-se as declarações duras do presidente Morales à imprensa internacional, que provocaram reação enérgica da Petrobrás e do Itamarati resultando o recuo oficial do governo boliviano, de modo a permitir uma negociação para salvarmos os dedos perdendo os anéis.

Havia dois problemas: o da Petrobras como empresa de controle estatal e os interesses brasileiros em garantir o abastecimento de gás natural a preços justos. A aquisição destes ativos teve sua origem na privatização do setor energético na América do Sul. No gás natural a situação é outra. Os investimentos feitos pela Petrobras significaram aumento real da produção física e econômica dos campos de gás bolivianos, construiu o gasoduto viabilizando sua exportação para o Brasil. A questão era diretamente de interesse brasileiro, para garantir o suprimento de gás natural a preço justo.

Para a Bolívia, a exportação de seu gás para o Brasil é essencial, pois $\frac{3}{4}$ da sua produção vem para o Brasil, 15% vai para a Argentina e 10% apenas são para o seu mercado interno. Interromper a exportação seria uma perda enorme, da ordem de 18% do PIB boliviano. O nó a desatar era o preço garantido por contrato no qual eram previstos reajustes, que a Bolívia queria mudar. Aí se concentraram as negociações, pois o problema do preço do gás natural no mundo todo tende a ser puxado pela alta do preço do petróleo, e o resultado foi positivo.

Em conclusão, o gás da Bolívia é essencial para o Brasil no curto prazo, até ser aumentada a produção nacional, e favorece a integração sul-americana.

Passando ao segundo desafio, o presidente Lugo, logo depois de eleito no Paraguai, pediu a revisão do acordo de Itaipu. A usina binacional tem dívida de US\$ 19 bilhões com a Eletrobrás e com o Tesouro brasileiro, pois foi o Brasil que construiu a usina e obteve seu financiamento. Esta dívida é amortizada pela tarifa paga pelos consumidores, que na sua maciça maioria são brasileiros.

Metade da energia gerada por Itaipu pertence ao Brasil e metade ao Paraguai, que consome cerca de 5% dela. Pelo acordo, a Eletrobrás compra o restante pagando um valor que por muitos anos era alto. Uma quota compulsória da energia de Itaipu teve de ser estabelecida para empresas elétricas brasileiras. Hoje não é mais cara, comparativamente, pois a energia elétrica gerada no Brasil encareceu desde as privatizações. O que se paga pela energia de Itaipu (US\$ 42/ MWh) é da ordem de grandezza do preço previsto da geração pela hidrelétrica de Santo Antonio a ser construída no rio Madeira (R\$ 78/ MW).

Deve-se ter em conta na negociação que, desde a primeira eleição de Lula, algumas concessões foram feitas beneficiando o Paraguai. Na transição, em dezembro de 2002, foi reduzida a quantidade de energia de Itaipu contratada pela ANDE, estatal elétrica paraguaia, favorecendo o Paraguai em cerca de US\$ 80 milhões anuais que deixam de ser pagos pela ANDE a Itaipu. Ademais a cessão de energia subiu dando mais US\$ 25 milhões anuais para o Paraguai. Finalmente, foi retirado o fator de ajuste da dívida pela inflação americana.

O que não foi admitido pelo Brasil na negociação é que a parte da energia de Itaipu pertencente ao Paraguai fosse

colocada no mercado para a Argentina e o Chile, perdendo o Brasil o direito de dispor dela através da Eletrobrás. Itaipu supre cerca de 19% da energia elétrica do país. O Itamarati procurou chegar a bom termo na negociação, como fez no caso do gás natural boliviano.

O resultado a que se chegou no encontro dos dois presidentes, Lugo e Lula, em 25 de julho de 2009, foi de um aumento do pagamento pelo Brasil da chamada energia cedida de Itaipu, o que não deve ser confundido com o total da energia gerada pertencente ao Paraguai, não utilizada naquele país e transferida à Eletrobrás pela ANDE pelo Acordo. O mais importante, entretanto, foi a decisão de que o Paraguai poderá dispor progressivamente de parcelas crescentes desse total hoje vendido pela ANDE à Eletrobrás para serem vendidas pela ANDE no mercado livre de grandes consumidores no Brasil.

Embora esta solução tenha o mérito de por fim ao impasse favorecendo o Paraguai, o direcionamento desta energia ao mercado livre não será uma boa solução nem para a Eletrobrás nem para o consumidor brasileiro atendido pela rede pública, sejam consumidores residenciais sejam empresas e instituições.

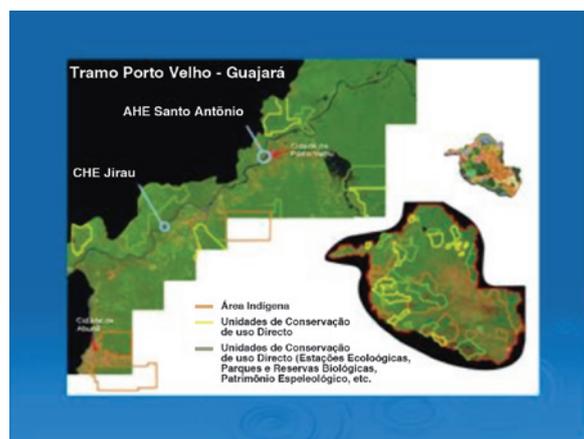
7 - Integração Energética do Brasil na América do Sul: Presente e Futuro

Os dois principais projetos efetivados de integração energética do Brasil com países da América do Sul são a usina binacional de Itaipu com o Paraguai, a maior do mundo em geração elétrica, cuja ampliação de cerca de 12 GW para 14 GW foi concluída em 2008, e a importação de 30 milhões de m³ por dia de gás natural da Bolívia. Ambos foram objetos de crises, já resolvida com a Bolívia e esperada com o Paraguai após a posse do presidente Lugo, eleito. Estas crises serão tratadas na Seção seguinte.

Existe uma conexão elétrica no Sul com a Argentina, referida na Seção anterior, e outra, fraca, no Norte com a Venezuela, que se projeta ampliar muito significativamente, como se verá adiante. Ademais há uma conexão pequena com o Uruguai.

O projeto das hidroelétricas de Santo Antonio e Jirau, já licitadas e em fase de início de construção no rio Madeira, próximas à fronteira com a Bolívia abre novas possibilidades de integração elétrica. O projeto original, discutido entre Furnas e Eletrobrás em 2003, previa pelo menos uma terceira usina na Bolívia, além de eclusas para dar acesso da Bolívia, via navegação fluvial, ao Oceano Atlântico. A figura 7 mostra o projeto do rio Madeira.

Figura 7
Projeto do Rio Madeira junto à Fronteira do Brasil com a Bolívia



Fonte: Eletrobrás, 2004

Dada a variação da vazão sem reservatório de regulação, para se firmar a energia dessas usinas podem ser usadas os reservatórios das hidrelétricas do sistema interligado acumulando água quando a vazão for alta, de modo a compensar a energia nos meses de baixa vazão. A inundação da área será pequena. Serão usadas turbinas de bulbo, podendo haver problema de estabilidade elétrica, que pode ser resolvido.

Novos projetos estão em elaboração neste momento:

a) Com a Argentina a cooperação retomada em 2008 da Eletrobrás com a estatal Ebira para viabilidade da hidroelétrica de Garabi na fronteira entre os dois países. Foi também anunciado um acordo de cooperação no campo da energia nuclear, admitindo um reator binacional.

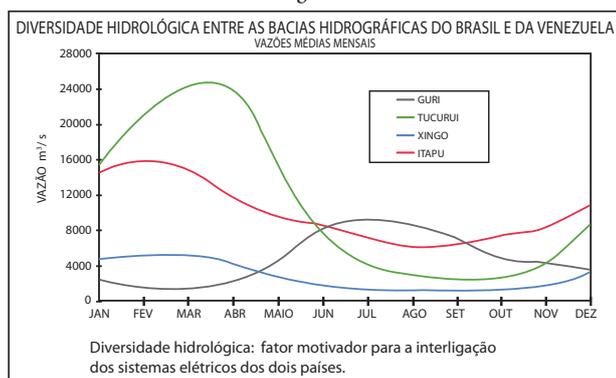
b) Com o Peru estudos para construção de hidroelétricas com a perspectiva de exportação de energia para o Brasil. Houve já uma visita ao Peru do ministro Lobão de Minas e Energia, acertando que uma missão da Eletrobrás irá em breve àquele país para início dos estudos.

c) Com o Uruguai se projeta a construção de linha de 500 kV com capacidade de 500 MW. Há ainda a possibilidade de uma termoelétrica a carvão para suprir energia para o Uruguai.

d) Com a Venezuela, há a parceria com a Petrobrás para a refinaria em Pernambuco, com capacidade de processar petróleo pesado brasileiro e a possibilidade considerada de exportar para o Brasil gás natural, inicialmente gás natural liquefeito (GNL) por navios e, no longo prazo, foi considerada a construção de um longo gasoduto cujo investimento é muito alto.

Ainda com a Venezuela a Eletrobrás tem estudado a ampliação da ligação elétrica com o Norte do Brasil, estendendo-a a todo o sistema interligado brasileiro para aproveitar a complementaridade entre o regime de vazões das bacias hidrográficas dos dois países (figura 8). Isto permite uma transferência de energia elétrica em um sentido em parte do ano e em sentido inverso em outra parte do ano.

Figura 8



Fonte: Eletrobrás, 2008

A idéia é fazer uma interligação entre Carriri, próximo a Manaus, e Macágua na Venezuela, com 580 km de extensão no território venezuelano e 1000 km no Brasil. Esta ligação complementarará a linha Tucuruí - Manaus, cuja construção está por ser iniciada.

8 - Comentários sobre Biocombustíveis e o Alcool no Brasil

O Quadro 4 dá o consumo de biomassa sólida (lenha, carvão vegetal e resíduos agrícolas) e de biocombustíveis líquidos na América do Sul.

Quadro 4
Consumo de Biomassa

Países	Biomassa Sólida Mil TJ	Biocombustíveis Líquidos Mil TJ
Argentina	94.4	
Bolívia	31.0	
Brasil	2021.5	13.5
Chile	192.0	
Colômbia	172.0	
Equador	221.2	
Paraguai	90.6	
Peru	95.0	
Uruguai	186.3	
Venezuela	22.6	0.03

Fonte: IEA, 2006

O Brasil tem o maior uso de biomassa sólida - a lenha e o carvão vegetal, muito usado na siderurgia - e, além disso, apresenta um importante uso de biocombustível líquido, em particular de álcool, além de um programa de biodiesel. A Venezuela utiliza o álcool combustível em pequena escala.

Há um debate internacional que imputa aos biocombustíveis a responsabilidade pela alta dos preços dos alimentos no mundo, que afeta as populações pobres. O governo brasileiro respondeu esta questão corretamente sobre o álcool de cana. É possível expandir sua produção no Brasil. A lavoura da cana no país ocupa 7 milhões de hectares (7 Mha), dos quais 3 Mha para açúcar e 4 Mha para álcool, enquanto só o soja, a maior parte para exportação, ocupa 23 Mha. Segundo o IBGE temos 152 Mha de área agricultável, da qual são utilizados 62 Mha e há 177 Mha de pastagens. Excluídos os 440 Mha de florestas nativas, se dispõem de 90 Mha para expandir a agricultura sem desmatamento. E isso sem considerar a conversão de pastagens degradadas. Apenas uma parte destas áreas é adequada à cana e é econômica e socialmente viável para biocombustíveis, como álcool e biodiesel. Este último, em grande parte vem da soja, que, ao contrário da cana, pressiona o desmatamento na Amazônia.

O álcool de milho nos EUA é subsidiado e, diferentemente do brasileiro, feito de cana, afeta o preço do milho e se reflete em outros alimentos. Na produção do álcool de milho queima-se óleo combustível, derivado do petróleo. Já o bagaço da cana é mais que suficiente para produzir calor para a destilação do álcool e gerar eletricidade para a usina, podendo ainda haver um excedente para a rede elétrica. Portanto, o álcool produzido no Brasil é mais eficiente em termos energéticos e ambientais. A captura de CO₂ do ar no crescimento da cana iguala aproximadamente a sua emissão na produção e consumo do álcool. Logo, é efetiva para evitar emissões de gases que contribuem no aquecimento global ao substituir a gasolina.

O mercado internacional crescerá se forem removidos os subsídios nos países ricos. Os EUA consomem um pouco mais de álcool automotivo que o Brasil, mas o percentual dele na gasolina baixo, pois seu consumo de gasolina é enorme, 10 milhões de barris/dia ou cerca de 580 bilhões de litros (Bl) por ano. A expectativa é aumentar este percentual para 20%. Considerando 1,3 litro de álcool para cada litro de gasolina, daria algo como 140 Bl de álcool por ano, cerca de 6 vezes mais do que a atual produção brasileira, de 23 Bl/ano. Há um horizonte de alguns anos para isso e o Brasil poderá exportar mais álcool, mas não é razoável suprir todo esse mercado, havendo um papel a ser desempenhado por outros países sul-americanos.

O tema dos biocombustíveis causou críticas sobre a competição com alimentos, mas a resposta do presidente Lula foi esclarecer que a agricultura energética da cana não interfere substancialmente na produção de alimentos no Brasil pelas razões já expostas.

Energia Renovável na América Latina



José Goldemberg

Universidade de São Paulo
São Paulo, Brasil

O Professor José Goldemberg é Doutor em Ciências Físicas pela Universidade de São Paulo da qual foi Reitor de 1986 a 1990. Foi Presidente da Companhia Energética de São Paulo (CESP) Presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Secretário de Ciência e Tecnologia, Secretário do Meio Ambiente da Presidência da República e Ministro de Estado da Educação do Governo Federal. Foi professor da Universidade de Paris (França), Princeton (Estados Unidos) e ocupante da "Cátedra Joaquim Nabuco" da Universidade de Stanford (Estados Unidos). Membro da Academia Internacional do Meio Ambiente em Genebra, (Suíça). Consultor do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. É autor de inúmeros trabalhos técnicos e vários livros sobre Física Nuclear, Energia e Meio Ambiente.

I - Introdução

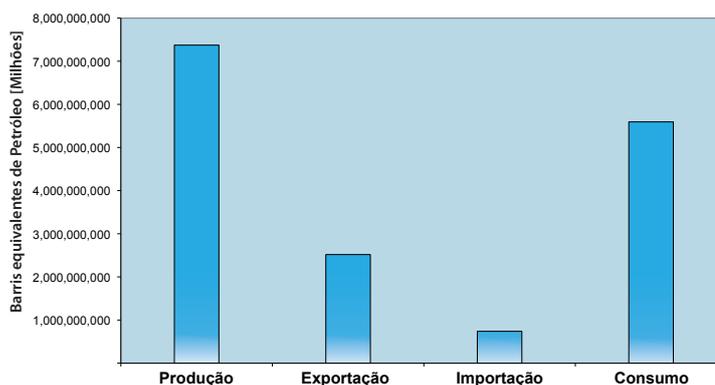
A América Latina como um todo é auto-suficiente na produção de energia e é exportadora de petróleo. Combustíveis fósseis (petróleo, gás natural e carvão) representaram 74% do consumo no ano 2007, sendo os restantes 26% fontes renováveis (hidroeletricidade, biomassa, energia geotérmica e outras) e energia nuclear. A América Latina contribuiu nesse ano 4,9% para as emissões mundiais de CO₂. Serão discutidas aqui a estrutura de consumo de energia da região e as oportunidades que existem para aumentar a participação de energias renováveis na matriz energética, principalmente através de um uso mais intensivo do potencial hídrico para a geração de eletricidade. Com isso se abriria a possibilidade de reduzir as emissões de carbono sem reduzir a disponibilidade de eletricidade.

II. A Matriz Energética da América Latina

O consumo total de energia primária na América Latina foi de 5.331.760.000 barris equivalentes de petróleo (bep) em 2007. A energia total produzida na região foi de 7.372.902.000 bep sendo, portanto, um exportador de energia no montante de 2.517.998.000 bep (principalmente de petróleo bruto e carvão) e de importações de 738.798.000 bep, principalmente de derivados de petróleo.

Todos os dados usados neste foram obtido do "Informe de Estatística Energéticas - OLADE 2007.

Figura 1
Produção e Consumo de Energia na América Latina (2007)



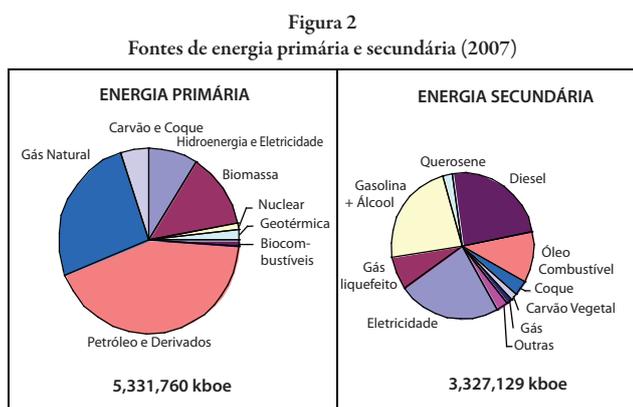
Em princípio, a instalação de mais refinarias de petróleo com ajustes apropriados para a produção de derivados permitiria que os países exportadores de energia suprissem os importadores, tornando a América Latina auto-suficiente em combustíveis fósseis, restando ainda espaço para exportações. Este é um tipo de integração latino americana relativamente fácil de atingir.

Oito países são exportadores de energia: Venezuela, Colômbia, Equador, Bolívia, Trinidad & Tobago, Paraguai, México e Argentina. Os demais são importadores.

A América Latina, como um todo, é auto-suficiente em energia primária. Sucede que as fontes de energia primária precisam passar por transformações (onde ocorrem perdas importantes) antes de serem consumidas: petróleo passa por refina-

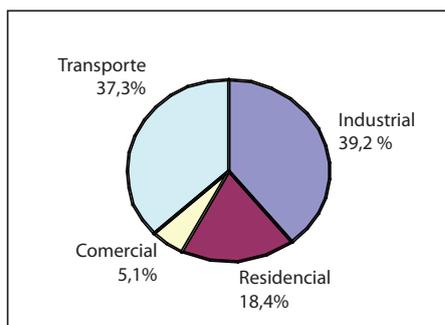
rias que produzem gasolina, querosene, óleo diesel, óleo combustível e coque; parte do petróleo, carvão e gás é usada para produzir eletricidade, lenha é utilizada na forma de carvão vegetal e existem ainda usos não-energéticos de derivados, como a fabricação de plásticos e fertilizantes. Essas são consideradas as fontes de energia secundárias.

A Figura 2 mostra a estrutura das fontes de energia primária e secundária na região em 2007.



Os setores em que esta energia secundária é consumida são indicados na Figura 3. O principal setor consumidor de energia é o industrial, seguido de perto pelo setor de transporte. Nota-se que o consumo no setor residencial não é tão elevado quanto nas regiões desenvolvidas, pois a necessidade por aquecimento de ambientes é restrita a algumas áreas..

Figura 3: Distribuição setorial do consumo de energia secundária na América Latina e no Caribe (2007)



III - Produção de Eletricidade

No que diz respeito à energia hidroelétrica, contudo, é que melhor planejamento das redes nacionais e eventualmente a integração das redes de vários países poderiam contribuir muito para a auto-suficiência e para a redução da poluição local e global.

A eletricidade representou 23% do consumo total de energia na América Latina (759.253.000 bep) em 2007; deste montante 57% são provenientes de energia hidroelétrica e 43% de energia térmica, com pequena contribuição de energia nuclear.

O que é surpreendente, contudo é que a capacidade hidroelétrica instalada era nesse ano de apenas 19,9% do potencial hidroelétrico da região. São 9 os países com maior consu-

mo e neles se concentra 95,6% de toda a geração hidroelétrica da América Latina. A capacidade utilizada no Peru é de apenas 5,2% e 40,1% na Venezuela.

Tabela 1
Potencial hidroelétrico e geração de eletricidade na América Latina

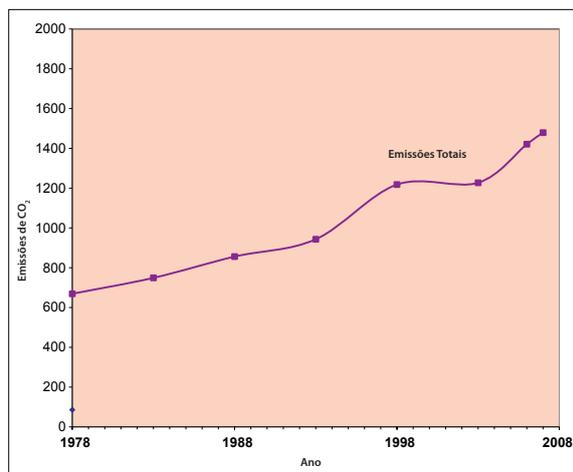
	TWh (2007)				
	%	Hidroeletricidade gerada	Potencial hidroelétrico	Geração termoelétrica	Geração total
Argentina	8,8	31,06	354,00	76,87	115,21
Brasil	25,1	374,38	1.490,00	58,80	447,54
Chile	20,7	22,80	110,18	35,70	58,51
Colômbia	10,2	43,02	420,48	11,48	54,55
Equador	9,3	9,04	96,76	8,30	17,34
México	11,6	27,04	232,14	185,81	232,55
Paraguai	98,0	53,71	54,82	0	53,71
Peru	5,2	20,03	385,118	9,91	29,94
Venezuela	40,1	80,81	201,48	29,29	110,10
Sub Total	19,8	661,89	3.344,97	416,16	1119,45
		95.3% do total	95.6% do total	85.6% do total	91.1% do total
Total AL & C	19,9	694,19	3.493,42	485,95	1.225,24

A taxa de consumo de eletricidade na AL&C está aumentando em cerca de 4.0% ao ano o que significa que dobra a cada 17 anos.

IV - As Emissões de CO₂ na América Latina e no Caribe

Os países da AL&C responderam em 2007 pela emissão de 1.479.410.000 de toneladas de CO₂, equivalentes a 4,9% das emissões mundiais as emissões "per capita" de CO₂ ainda são baixas (3,26 tons CO₂/capita) comparadas com os países desenvolvidos da OCDE (10,08 tons CO₂/capita) mas tendem a crescer devido ao crescimento econômico da região, bem como ao aumento significativo da exploração de óleo e gás. A geração de eletricidade em térmicas é responsável por cerca de 16% das emissões de CO₂.

Figura 4: Emissões de CO₂ na América Latina e no Caribe



Os setores que contribuem para estas emissões são indicados na Figura 5. Seguindo a tendência mundial, o setor de transportes é aquele que mais contribui para as emissões, e nesta área a utilização de biocombustíveis produzidos localmente, como já fazem, por exemplo, Brasil, Argentina e Colômbia.

Figura 5: As emissões de CO₂ na América Latina (2007)

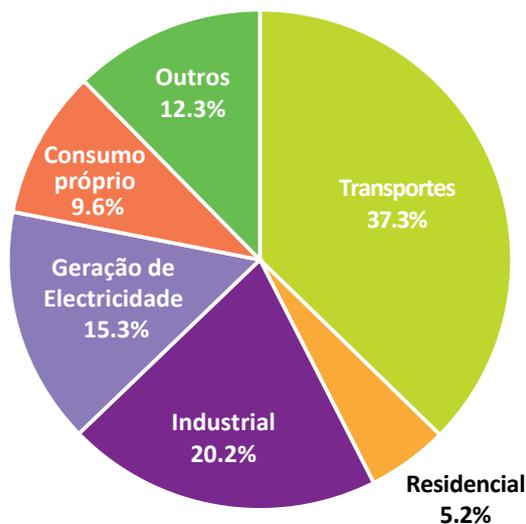
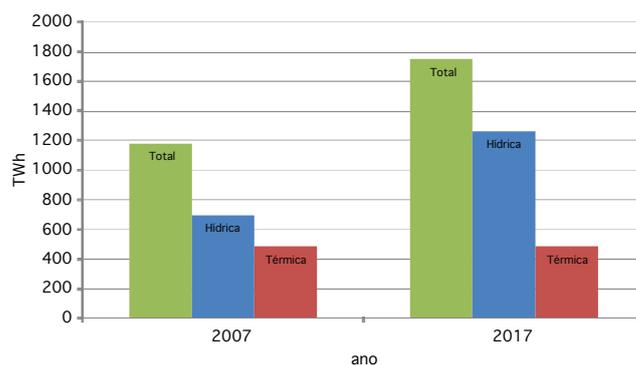


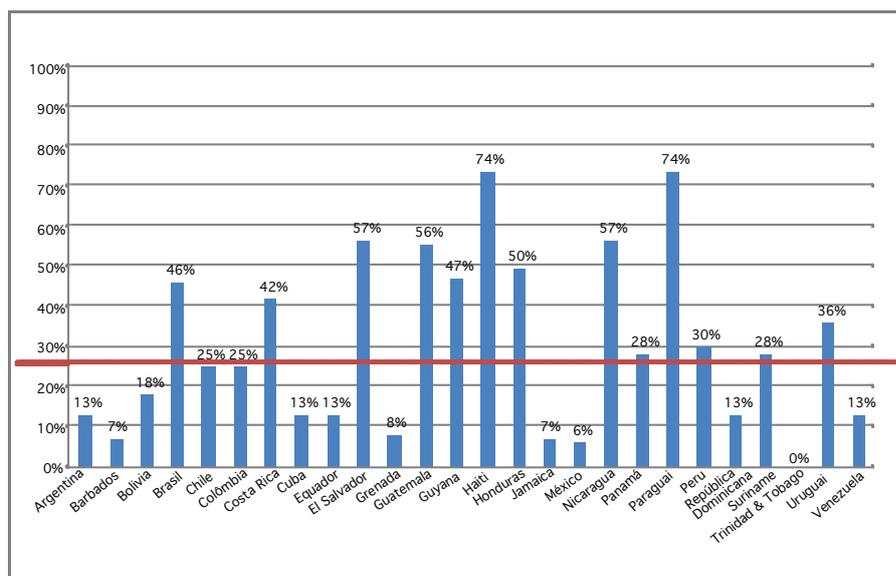
Figura 7: Produção de Electricidade na América Latina



A adoção desta estratégia de desenvolvimento não só reduziria as emissões CO₂ como também contribuiria para a redução da poluição local que é inevitável quando a eletricidade é gerada com combustíveis fósseis.

A Figura 6 mostra a fração da energia primária total que provem de energias renováveis e mostra claramente os grandes progressos que se poderia obter em aumentar esta fração.

Figura 6: Energias Renováveis na América Latina (2007)



Uma maneira eficaz de promover o crescimento econômico sem um aumento significativo das emissões de CO₂ seria aumentar a participação da hidroeletricidade na geração de energia elétrica e reduzir a geração térmica.

Bastaria que a geração hidroelétrica crescesse a 6% ao ano para dobrar a sua fração dentro de 10 anos. Este seria um passo importante no sentido de aumentar o consumo de renováveis na região. (Figura 7).

Agradeço Patricia Guardabassi e Euler Hoffmann Melo pela ajuda na preparação deste trabalho.

A biomassa, fonte de energia subvalorizada na América Latina e no Caribe



Dr. Alfredo Curbelo Alonso

Nascido em Cienfuegos, Cuba. Graduou-se em Física em Moscou em 1979 e adquiriu o grau científico de Doutor em Ciências Técnicas em 1994. Iniciou sua carreira profissional como professor universitário na Universidade de Camagüey, sendo chefe do Departamento de Física de 1980 a 1992. Desde 1993 se vinculou à atividade da gerência da ciência em Cuba no campo da energia, ocupando diferentes responsabilidades na Academia de Ciências de Cuba, na Agência de Ciência e Tecnologia e no Centro de Gerencia de Programas e Projetos Priorizados. Atualmente é pesquisador principal no Centro de Gestão da Informação e Desenvolvimento da Energia (Cubaenergia) e chefe do programa de I+D "Desenvolvimento Energético Sustentável". Como pesquisador, se desenvolve na temática do aproveitamento das fontes renováveis de energia e em particular da biomassa. Especializou-se nas tecnologias de gaseificação de biomassa e no desenho de soluções tecnológicas para a produção de calor e eletricidade a partir de materiais lignocelulósicos. Envolveu-se em vários projetos internacionais: foi o responsável pelo subprojeto Cuba do Projeto GEF/PNUMA SWERA (Avaliação Energética do Recurso Solar e Eólico) e diretor do projeto GEF/PNUMA/ONUDI "Produção e comercialização de serviços energéticos modernos em Cuba baseados nas energias renováveis, caso "Ilha da Juventude", entre 2002 e 2007. É o ponto focal em Cuba do projeto GEF/PNUD/CARICOM "Programa para o desenvolvimento das fontes renováveis de energia no Caribe".

I - Introdução

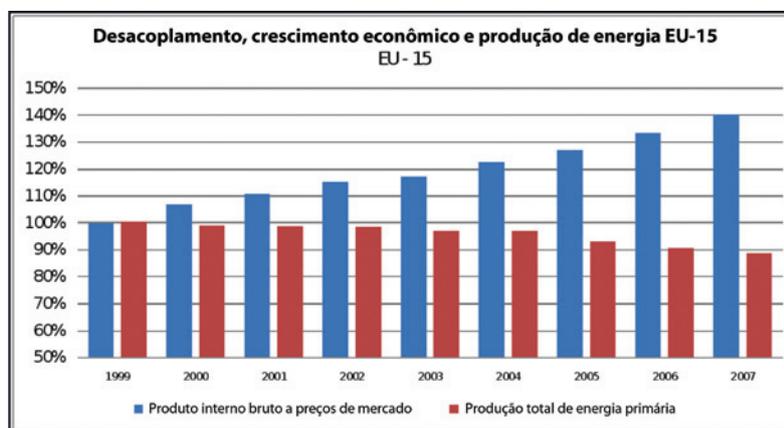
As análises sobre a situação energética atual são guiadas pela problemática dos impactos sobre o clima global por causa do aumento do efeito estufa, as previsões do chamado pico do petróleo e a geopolítica energética unida à volatilidade dos preços dos combustíveis convencionais.

Esse contexto contribuiu para o amadurecimento e transformação do conceito de desenvolvimento sustentável e segurança energética, de um exercício acadêmico a um instrumento de análise para as projeções no campo da energia.

Podem-se identificar dois componentes básicos e inter-relacionados para alcançar as metas de sustentabilidade: a eficiência energética e as fontes renováveis de energia. O avanço tecnológico alcançado nesses campos colocou como principais obstáculos para sua plena implementação as barreiras culturais, políticas e econômicas.

Os países europeus são líderes tanto no desenvolvimento da eficiência energética (fig. 1) quanto no desenvolvimento de tecnologias para o aproveitamento energético das fontes renováveis de energia e sua introdução comercial.

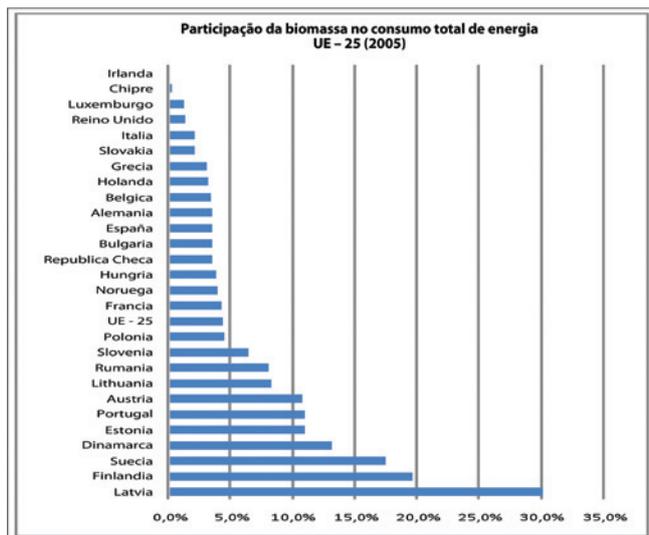
Figura 1



Há um domínio tecnológico europeu no campo das energias renováveis. Das 10 empresas que realizaram 85% da produção mundial de turbinas eólicas em 2008 seis foram europeias, e a Alemanha realizou em 2009 23% da produção mundial de células fotovoltaicas (REN 21, 2009).

O uso da biomassa como combustível não escapa dessas tendências e hoje ocupa um papel importante como fonte de energia em vários países da União Europeia (fig. 2) (EUROSTAT, 2007).

Figura 2



Fuente: Eurostat, 2007

O Parlamento Europeu fundamenta essa importância em que “a utilização da biomassa oferece múltiplas vantagens com respeito às fontes de energia convencionais, assim como na relação com outras fontes de energia renováveis, em particular custos relativamente baixos, menor dependência das alterações climáticas em curto prazo, fomento das estruturas econômicas regionais e criação de fontes de rendimentos alternativos para os agricultores” (Resolução sobre as «Fontes de energia renováveis na União», sessão plenária de 28 de setembro, 2005).

Neste sentido, a Comissão da União Europeia aprovou um Plano de Ação sobre a Biomassa (Comissão das Comunidades Europeias, 2005), no qual se identificam como principais usos da biomassa como fonte de energia renovável as produções de calor, eletricidade e combustível para o transporte. Projeta-se como meta para o ano 2010 alcançar uma contribuição da biomassa equivalente a 75, 55 e 19 Milhões de tep, respectivamente.

A América Latina possui condições geográficas e econômicas para alcançar uma maior penetração da biomassa como fonte de energia renovável que a Europa. Utilizando como indicadores a área de terra da região geográfica, de floresta e de terra arável por unidade de energia de consumo primário e por habitantes calculados a partir da base de dados da

FAO TERRASTAT (FAO/AGL, 2003) e do International Energy Outlook 2009 (IEA - International Energy Agency, 2009), pode-se concluir que o potencial de produção de biomassa para energia associado ao recurso terra é como mínimo duas vezes superior na América Latina que nos países da Europa pertencentes à OECD, como se mostra na fig. 3.

No entanto, ao contrário do reconhecimento do papel da biomassa no futuro energético da Europa, os principais organismos regionais que abordam a temática energética continuam dando-lhe um papel limitado. A CEPAL em um estudo realizado (CEPAL, 2004), reconhece que na região se renova o interesse pela geração de eletricidade a partir do bagaço e outros resíduos agroindustriais, discute as condições nas quais a lenha pode ser considerada uma fonte renovável de energia, limitando seu uso ao âmbito doméstico e à pequena indústria local e apoia a produção de biocombustíveis estimulando seu desenvolvimento.

Por sua vez, a OLADE (Luna, 2008) prognostica uma diminuição do papel da biomassa como fonte de energia na região, passando de 14% da demanda de energia em 2007 11%, apesar de um incremento dos biocombustíveis líquidos de 1% a 3% em iguais prazos temporais.

Propomos mostrar que na região existe um significativo potencial para incrementar a participação da biomassa na matriz energética da América Latina e do Caribe sem competição com a produção de alimentos nem impactos ambientais negativos.

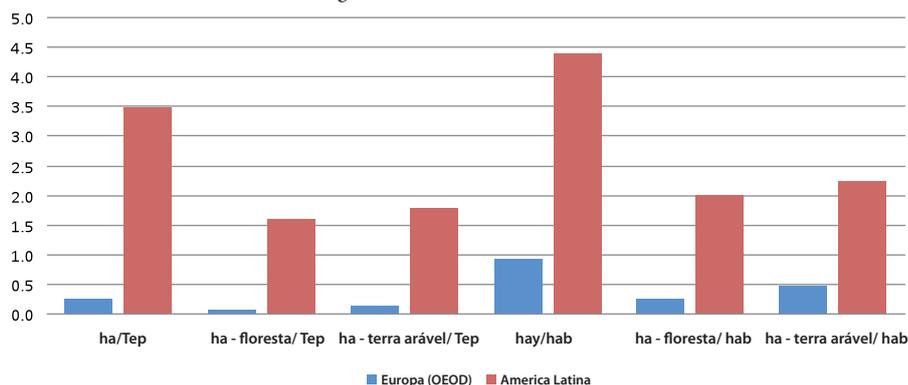
Consideraremos na análise somente a produção de biocombustíveis líquidos para o transporte e biocombustíveis sólidos para a produção de eletricidade e calor a partir de materiais lignocelulósicos. Parte-se de que existem tecnologias modernas para esses fins que já foram demonstradas em condições comerciais em determinados países e regiões do mundo.

Ao utilizar como principal fonte de dados o Sistema de Informação Econômica Energética, SIEE, da OLADE, os dados da América Latina e do Caribe correspondem aos países incluídos nesse sistema.

Desenvolvimento

Na atualidade, a contribuição das fontes renováveis

Figura 3 - Recurso Terra - Floresta

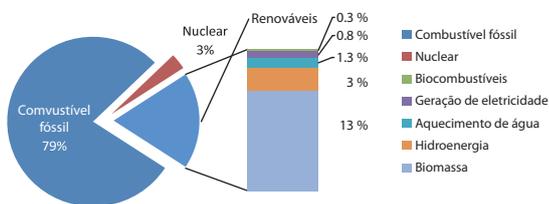


Fuentes: FAO/AGL, 2003; IEA, 2009

de energia para satisfazer as necessidades energéticas da humanidade é relativamente insuficiente.

A Avaliação de 2007 sobre a Situação Global das Energias Renováveis (REN21, 2007), mostra que a participação das fontes renováveis no consumo total de energia no âmbito global, se concentra na biomassa tradicional (13%) Fig. 4. Assim se chama a biomassa, fundamentalmente lenha, que se estima ser usada como única fonte de energia por aproximadamente 2 bilhões de pessoas que não têm acesso a nenhum serviço energético moderno. Segue a esta, em participação, a energia gerada pelas grandes hidroelétricas e, em seguida, as chamadas novas energias renováveis.

Figura 4
Consumo Global Final de Energia 2006

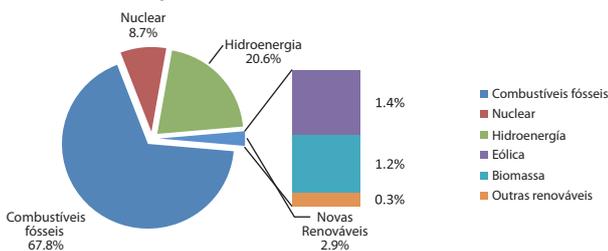


Fonte: Renewable 2007 Global Status Report REN 21

A participação das novas tecnologias de energia renovável na geração de eletricidade no âmbito global (REN21, 2007), é de somente um modesto 3% (Fig. 5), dominado pela energia eólica e pela biomassa. Nas novas tecnologias renováveis para a geração de eletricidade se consideram a geração eólica, a solar fotovoltaica e a biomassa, além de outras tecnologias ainda em desenvolvimento tecnológico - comercial.

Figura 5

Geração de Eletricidade Mundial 2006



Source: Renewable 2007 Global Status Report REN 21

Projeções sobre a participação da biomassa e outras fontes de energia renovável na matriz energética

A projeção da evolução da oferta-demanda de energia e a participação das fontes renováveis de energia foram avaliadas por diferentes organismos e instituições especializadas sobre a base de tendências que refletem a visão de cada um dos autores.

Um exemplo das diferenças dos resultados que se podem obter na modelação de cenários energéticos futuros a partir das mesmas condições iniciais são o World Energy Outlook 2007 (WEO 2007) (International Energy Agency, 2008) e o

Energy Revolution Escenario. Enquanto o WEO 2007 se elabora sobre a base das tendências atuais, o segundo desses cenários prevê uma mudança radical na política de desenvolvimento energético, que se expressa na implementação exitosa de cinco princípios básicos:

- implementar soluções de energia renovável, especialmente por meio de sistemas energéticos descentralizados;
- respeitar os limites naturais do meio ambiente;
- substituir as fontes de energia contaminantes e insustentáveis;
- criar maior equidade no uso dos recursos; e
- desvencilhar o crescimento energético do consumo dos combustíveis fósseis.

Na América Latina, a participação das fontes de energia renovável na demanda de energia primária é de 27%, e superior à média global, que alcança 13%. Ao realizar a projeção desse indicador a 2030, o WEO 2007 o mantém no mesmo nível, enquanto o E[R] praticamente o duplica até chegar a 53% (fig. 6 e 7).

Figura 6

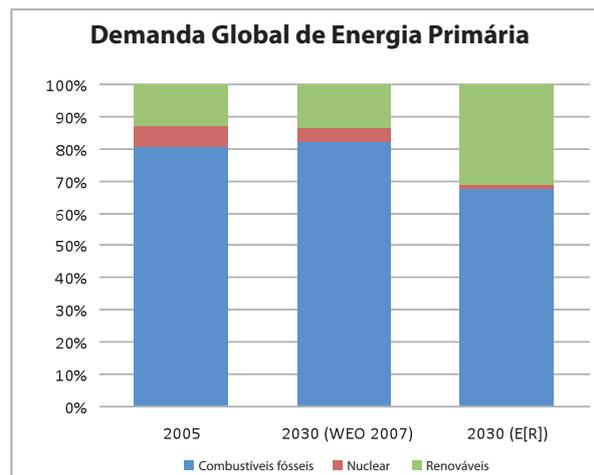
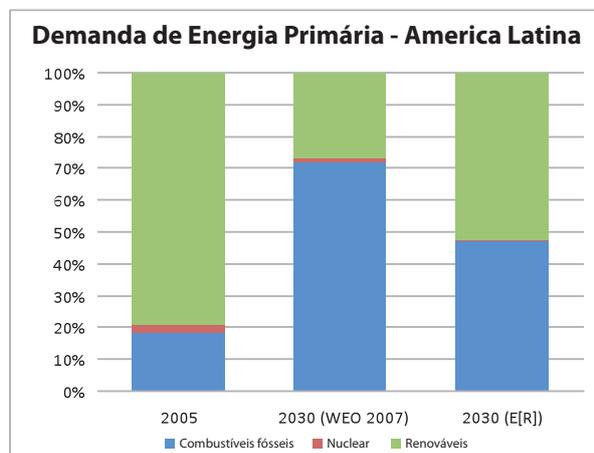


Figura 7



Fonte: WEO, 2007

Na região, a estrutura da participação das fontes renováveis de energia na satisfação de energia primária se caracteriza por uma contribuição da hidroenergia e da biomassa em proporções superiores ao nível global. A evolução dessa estrutura prevista pelo E[R] é que enquanto se mantém a mesma participação da hidroenergia, incrementa-se a participação das fontes renováveis até 50%, e da biomassa, 30%, ao contrário do WEO 2007, que prevê uma ligeira diminuição desta contribuição (fig. 8 e 9).

Figura 8

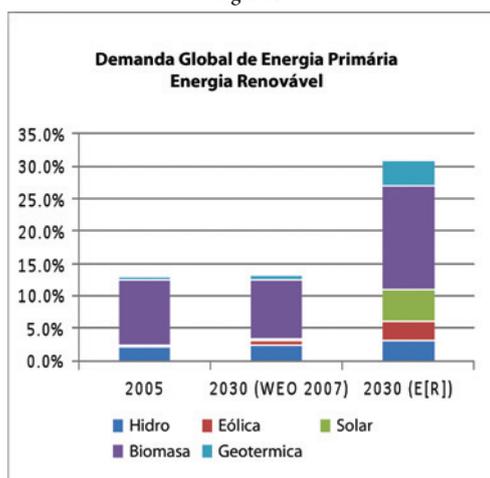
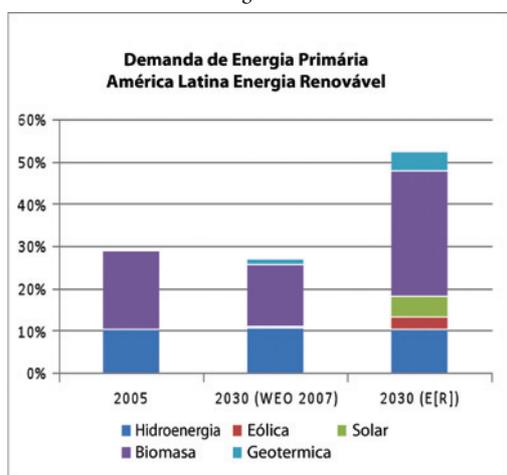


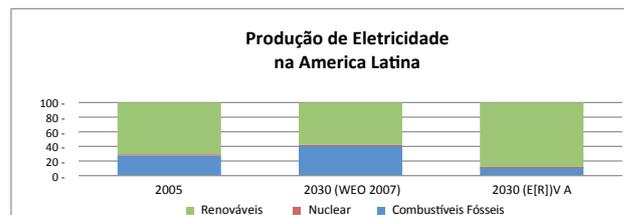
Figura 9



Observe-se que a biomassa em ambos cenários e escalas geográficas é a principal fonte de energia renovável para satisfazer a demanda de energia primária.

A produção de eletricidade na América Latina por meio de fontes renováveis de energia é muito significativa, (fig. 10) já que cobre 71% do total, cifra que praticamente é quatro vezes maior que a presente no âmbito global (18%). Enquanto a projeção da WEO 2007 reduz essa participação, o E[R] a incrementa até alcançar 88% em 2030 na América Latina (fig. 10).

Figura 10



Ao projetar a evolução da geração de eletricidade com fontes renováveis, o estudo WEO 2007 mantém o papel predominante da hidroenergia, enquanto o E[R] introduz um incremento significativo do resto das fontes. Para a América Latina projetam-se o incremento sobre a base da biomassa (16%) e da energia eólica (14%), e no âmbito global da eletricidade produzida pelo vento (15%). (Ver fig. 11 e 12).

Figura 11

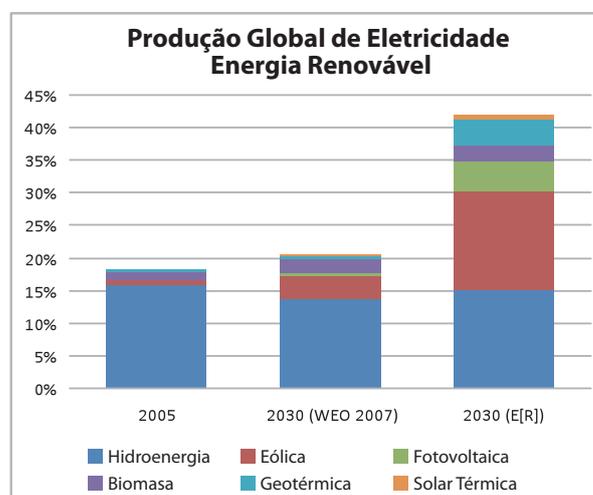
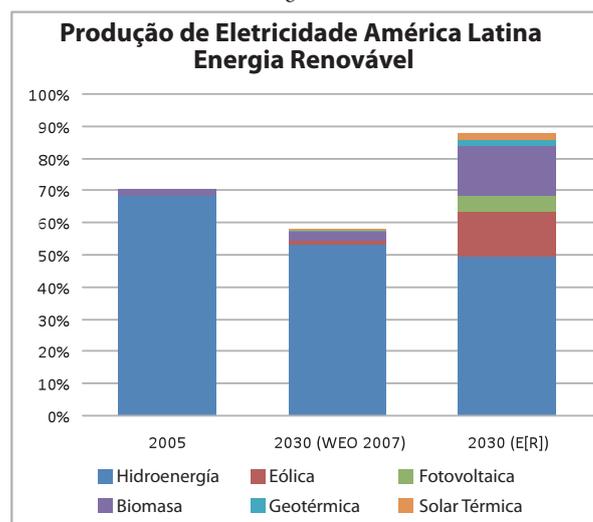


Figura 12



Esses dois cenários mostram um reconhecimento do potencial da biomassa como fonte de energia renovável na América Latina. A participação da biomassa na demanda primária de energia se incrementa em valores absolutos em relação a 2005 entre 1,4 e 2,1 vezes, segundo o WEO 2007 e o E[R] respectivamente. A participação na geração de eletricidade estaria

enquadrada entre 2,8 e 12,9 vezes em relação a 2005 segundo os modelos mencionados.

Oportunidades da biomassa como fonte de energia renovável na América Latina e no Caribe

As oportunidades de penetração da biomassa como portadora energética nos mercados de energia da região são diferentes no caso da eletricidade e do uso direto dos combustíveis.

Na América Latina (2007), se utilizou de maneira direta 84,5% dos combustíveis, que incluem 12,7% de biocombustível, enquanto somente 12,7% se dedicaram à geração de eletricidade (SIEE/OLADE).

Um primeiro passo para identificar as possibilidades de incremento da participação dos combustíveis de biomassa no consumo final de energia é a análise de como é o uso direto dos combustíveis convencionais e que oportunidades tecnológicas de substituição existem.

Os combustíveis que cobrem 85% do total que se utiliza de maneira direta são cinco. (Tabela 1).

Tabela 1

Principais combustíveis de uso direto	
Combustível	Participação no total de consumo direto (%)
Óleo Diesel	27%
Gasolinas/Álcool	25%
Gás Natural	20%
Gás Liquefeito	8%
Óleo Combustível	5%
Total	85%

As possibilidades tecnológicas de sua substituição, sobretudo, estão dadas pelo seu uso final, o qual está estreitamente relacionado com os setores de consumo final nos que predominantemente se usam. Essa análise mostra que mais de 80% do uso desses combustíveis selecionados se realizam no máximo em dois setores de consumo final, como se mostra na tabela 2.

Tabela 2: Distribuição de consumo dos principais combustíveis de uso direto por setor (porcentagem do uso do combustível por setor)

Combustível	TRANSPORTE	INDÚSTRIA	RESIDENCIAL	AGRO, PESCA, MINERAÇÃO	Acumulado
Óleo Diesel	76%			13%	89%
Gasolinas/Álcool	99%				99%
Gás Natural		72%	16%		88%
Gás Liquefeito		16%	67%		83%
Óleo Combustível	18%	63%			81%

Analisemos as opções de substituição desses combustíveis convencionais por biocombustíveis, considerando as tecnologias que já demonstraram sua viabilidade tecnológica e comercial ao menos em alguma região do mundo.

Óleo Diesel: Seu consumo se concentra nos setores de transporte e de agro, pesca e mineração.

A opção tecnológica para a substituição do diesel no

setor de transporte é por meio do biodiesel. A substituição de 20% do diesel consumido em 2007 nesse setor requer uma produção anual na ordem dos 15 milhões de tep em biodiesel.

No setor de agro, pesca e mineração, o uso do diesel como combustível se centra nas caldeiras de vapor de pequena e média capacidade e em motores de combustão interna. Nessa análise nos enfocaremos na substituição do mesmo por biomassa em caldeiras de vapor e fornos, utilizando tecnologias de gaseificação de biomassa e queimadores de biocombustível sólido. Diante da falta de estatísticas mais detalhadas sobre o uso final desse combustível, estimaremos que 70% do diesel é usado nesse caso em fornos e caldeiras e que se substituirá 50% dessa quantidade. Sob essas condições, seria necessário comercializar biocombustível sólido equivalente a 7,5 milhões ktep anualmente e criar as condições para seu uso.

A análise da gasolina é mais simples, pois seu uso é como combustível em motores de combustão interna em meios de transporte automotriz. Nesse caso, a opção substitutiva são as misturas álcool/ gasolina. Assumiremos uma mistura com 10% de etanol e a substituição de 100% da gasolina da região com a mesma. A produção anual de etanol requerida com esse fim é equivalente a 17 milhões de tep.

O gás natural, pelo seu preço e características como combustível, não será analisado como candidato a ser substituído por biomassa.

O uso do gás se concentra no setor residencial e industrial. No caso do setor residencial, seu uso fundamental é como combustível no cozimento de alimentos, e hoje não é viável a substituição desse gás por tecnologias vinculadas à biomassa. Seu uso no setor industrial se concentra em fornos e caldeiras. Estimamos que 90% do mesmo se usa com esses fins e se pretende substituir 20% por gás de madeira produzido por meio de tecnologias de gaseificação de biomassa. As quantidades anuais de biocombustível sólido que se requer comercializar anualmente são de 0,26 milhões de Tep.

Finalmente o Óleo combustível é utilizado predominantemente no setor industrial como combustível nos fornos e grandes caldeiras do setor. Para estimar o potencial de substituição do mesmo nesse setor assumiremos que 90% do óleo combustível se utiliza em fornos e caldeiras e que se avalia a substituição de 50% do mesmo. Sob essas condições, requer-se a produção e comercialização de 5,2 milhões de Tep de biocombustível sólido.

A substituição dos combustíveis convencionais requer dois grupos de combustíveis de biomassa: os combustíveis líquidos para o transporte e os combustíveis sólidos lignocelulósicos para seu uso em fornos e caldeiras. Estes últimos se comercializam em forma de lascas de madeira, pellets e briquetas fundamentalmente.

No caso da substituição de diesel por biodiesel, se assume a substituição de todo o diesel consumido na região por uma mistura B - 20 (80% diesel, 20% biodiesel) e no caso da gasolina se assume igualmente a substituição de toda a gasolina consumida por uma mistura com 10% de etanol. Os requerimentos de biocombustíveis líquidos sob essas condições se resumem na tabela 3.

Tabela 3

Combustível	Substituição	Mistura	Demanda de biocombustível	
			ton	ktep
Óleo Diesel	100%	20%	19,620,311	18,835
Gasolinas	100%	10%	24,476,417	17,327
				biodiesel
				etanol

A estimativa da demanda de combustível sólido lignocelulósico para substituir o uso direto de combustível é mais complexa pela falta de informação sobre seu uso final em fornos e caldeiras. Na tabela 4 se mostram os critérios utilizados e a demanda resultante para alcançar os índices de substituição projetados.

Tabela 4

Combustível	INDÚSTRIA		AGRO, PESCA, MINERAÇÃO		DEMANDA DE BIOCOMBUSTÍVEL	
	Uso em forno e caldeira	Substituição	Uso em forno e caldeira	Substituição	ktep	milhares ton
Óleo Diesel	70%	50%	70%	50%	7,503	24,758
Gás Liquefeito	90%	20%			266	877
Óleo combustível	90%	50%			5,279	17,419
Total					13,047	43,054

Para avaliar a contribuição dos biocombustíveis à geração de eletricidade considera gerar anualmente 122 mil GWh, que é equivalente a 10% do consumo de eletricidade de 2007.

Os parâmetros tecnológicos para a geração de eletricidade que se utilizam para calcular a demanda de biocombustível sólido são:

- Eficiência energética da geração: 25%.
- Índice de consumo de biocombustível: 1 ton/MWh.
- Disponibilidade técnica: 90%.
- Tecnologias disponíveis: Centrais Termelétricas (Potência unitária preferivelmente maior que 20 MW) e Usinas por gaseificação de biomassa (Potencia unitária menor que 1,5 MW).

A demanda de biocombustível para alcançar os níveis de substituição projetados se reflete na tabela 5:

Tabela 5

Biocombustíveis		Quantidade anual (milhares ton)
Biocombustíveis sólido	Para calor	43.054
	Para Eletricidade	178.578
	Total	221.623
Etanol		24.476
Biodiesel		19.620

Produção de biocombustível líquido:

Produção de biodiesel:

A existência de uma potencial competição pelo uso da terra agrícola para a produção de óleo vegetal destinado a biodiesel obriga a considerar na análise soluções que permitam evitar esse conflito. Uma opção atrativa é considerar a utilização da *Jatropha curcas L*, espécie oleaginosa originária da América

Central e do Caribe, que motivou um incipiente interesse para seu uso para a produção de biodiesel na América Central, mas que alcançou a maior difusão com esse fim em países asiáticos (Siang, 2009).

Na Índia, se desenvolve a Missão Nacional para o Biodiesel (Paul, 2008), com um orçamento do governo de cerca de US\$ 376 milhões para o desenvolvimento de 400.000 ha de *Jatropha curcas L* em uma primeira etapa, com o propósito de alcançar a substituição de 20% do consumo de diesel para 2012, sobre a base de 43 milhões de ha de terra não utilizada.

Na Indonésia, o governo promove um programa para alcançar no ano 2015 a produção de 15 milhões de biodiesel a partir de *Jatropha curcas L*, utilizando 3 milhões de ha de terra (Soni Solistia Wirawan, 2006).

Menciona-se que essa espécie alcança rendimentos na ordem de 1,3 toneladas de óleo por ha cultivado, que é inferior ao valor de 1,5 ton/ha indicado para terras marginais (M.C., 2006), utilizando terras com produtividade agrícola e regimes de chuva que não permitem a produção de alimentos nos mesmos (Silvia Liliana Falasca, Julho 2008), (R.E.E. Jongschaap, 2007). Sob esses orçamentos se requerem ter em produção cerca de 15 milhões de ha de terra com as características antes mencionadas para alcançar os volumes de produção indicados na tabela 5.

A valorização da disponibilidade dessas quantidades de terra se realiza utilizando os dados da FAO (FAO/AGL, 2003). De acordo com essa fonte de informação, a área para plantações requerida poderia ser selecionada entre várias categorias de terra que se descrevem na Tabela 6:

Tabela 6: Terras elegíveis para o cultivo de *Jatropha curcas*

Categoria	Total	Área (milhões de ha)	Área para biodiesel (%)
Degradação muito severa	Total	96	16%
	Devido a atividades agrícolas	31	48%
Degradação severa	Total	416	4%
	Devido a atividades agrícolas	149	10%
Terras secas	Secas subúmidas	182	8%
	Semi áridas	105	14%

Se por um lado é certo que além das condições do solo outras condições climáticas devem cumprir-se para a eleição do mesmo, por outro, os dados da tabela 6 indicam que não é a disponibilidade do solo um limitante para estabelecer os 15 milhões de ha de plantações de *Jatropha curcas L* na região.

Produção de Etanol

O uso da mistura etanol/ gasolina como combustível em motores de combustão interna é uma solução tecnológica provada massivamente durante muitos anos no Brasil.

Na produção de etanol, há duas etapas bem definidas com indicadores precisos de produtividade: a fase agrícola, que se caracteriza pelo rendimento de toneladas de cana de açúcar por hectare e a fase industrial, que tem como indicador de rendimento os litros de álcool por tonelada de cana processada. A combinação de ambos indicadores produz o indicador que caracteriza a eficiência de todo o ciclo produtivo: produção de álcool por ha.

O rendimento industrial depende dos esquemas tecnológicos que se utilizem para a produção de álcool. Ou se produz a partir do esgotamento do mel no processo de produção de açúcar, afetando ou não a produção de açúcar, ou diretamente do suco da cana e sem produção de açúcar. Recomendam-se como cifras de referência rendimentos de 8,6 l/ton de cana no caso de esgotamento de mel C, processo tecnológico que se implementa em destilarias de álcool anexas às centrais açucareiras, e de 80 l/ton de cana quando se produz diretamente a partir dos sucos da cana de açúcar em destilarias autônomas (Nogueira, 2007).

A composição das unidades dedicadas à produção de álcool no Brasil se apresenta da seguinte maneira: a maioria das instalações são fábricas de açúcar com destilarias anexas (cerca de 60% do total), seguida por um grande número de destilarias autônomas (cerca de 35%) e algumas poucas fábricas dedicadas exclusivamente à produção de açúcar.

Um indicador de utilidade para calcular o potencial de produção de álcool na região é a média de produção de álcool por área cultivada de cana. A área plantada de cana no Brasil em 2006 foi de 7,08 milhões de ha (FAOSTAT), colheram-se 5,4 milhões de ha, e 55% da cana colhida foi dedicada à produção de álcool (BNDES - CGEE, 2008). Nessa safra, a produção de álcool foi de 17,7 bilhões de litros de álcool (UNICA/MAPA, 2008). A partir desses dados se obtém que no país se produz em média 3,5 toneladas de álcool/ha total plantado.

Na região, a área total plantada de cana, uma vez excluído o Brasil, é de 3 milhões de ha (FAOSTAT). Se esta área é utilizada com a mesma produtividade observada no Brasil em 2007, a capacidade de produção do resto da região seria de 10,5 milhões de toneladas de álcool.

Para produzir os 12,2 milhões de toneladas de álcool anuais requeridos para comercializar toda a gasolina da região com 10% de álcool é necessária uma produção adicional de álcool de 1,7 milhões de toneladas. A via mais racional para esse incremento é o esquema das destilarias autônomas de álcool com as que se lograria um rendimento de 4,1 t/ha, considerando um rendimento de 75 toneladas de cana/ha.

Nessas condições, requer-se plantar uma área adicional de 410.000 ha de cana de açúcar, o que significa um incremento da área dedicada ao cultivo da cana de açúcar na região, sem incluir o Brasil, de 14%. A área potencial para esse cultivo se calcula em 75,8 milhões de ha, que se reduz a 46,0 milhões, uma vez excluindo o Brasil (Carlos Razo, 2007). Dessa forma a área dedicada à cana de açúcar na região, excluindo o Brasil, para garantir a produção de etanol estaria na ordem dos 3,5 milhões de ha, cifra que é muito inferior ao potencial antes mencionado.

Cogeração de eletricidade na indústria açucareira

A introdução generalizada da cogeração na indústria açucareira tem um potencial significativo na região. A quantidade de eletricidade que se pode entregar à rede elétrica de-

pende de vários fatores principais: os parâmetros de geração de vapor, o índice de consumo de vapor na indústria, o uso de um segundo combustível além do bagaço. Um estudo da potencialidade da cogeração utilizando tecnologias convencionais nas condições da indústria da cana de açúcar do Brasil (BNDES - CGEE, 2008), mostra que a entrega de eletricidade à rede pode oscilar entre 10,4 e 153 kWh/ton de cana moída, dependendo dos parâmetros tecnológicos.

Para realizar a avaliação da capacidade de cogeração da indústria açucareira, consideraremos que junto com a produção de álcool a partir das áreas plantadas de cana de açúcar se introduz a cogeração elétrica com uma combinação de dois esquemas tecnológicos em igual proporção: a) um esquema de menor custo de investimento e eficiência com parâmetros (Pressão e temperatura de vapor 42 bar, 450o C; consumo de vapor na indústria de 500 kg de vapor/ ton de cana moída) que permite uma entrega à rede elétrica de 25,4 kWh/tc. b) um outro esquema de maior pressão na caldeira (Pressão e temperatura de vapor 65 bar, 480oC; consumo de vapor na indústria de 500 kg de vapor/ton de cana moída) que permite uma entrega à rede elétrica de 57,6 kWh/ton de cana moída. A produção de cana de açúcar foi de 707 milhões de toneladas (FAOSTAT), o que permitiria nas condições descritas gerar 30,3 mil GWh anuais.

As áreas adicionais de cana de açúcar para a produção de álcool (410.000 ha) se associam as destilarias de álcool autônomas de alta eficiência, às quais se associariam plantas elétricas com parâmetros (65 bar, 480 oC, 350 kg/tc) e uma entrega à rede de 71,6 kWh/ton de cana moída. Nessas condições, lograria-se uma entrega à rede por cogeração 1,6 mil GWh e, dessa maneira, a indústria açucareira estaria em condições de entregar ao sistema elétrico 32 mil GWh.

Produção de biocombustível sólido:

A capacidade de produção de biocombustível sólido será avaliada a partir das atividades florestais e das indústrias madeiras, que estão difundidas em toda a América Latina. A indústria da cana de açúcar como fonte de biocombustível sólido já se considerou anteriormente ao avaliar seu potencial para a geração de eletricidade.

A contribuição florestal da América Latina e do Caribe no âmbito mundial é significativa, contribuindo em 22% da área de florestas no planeta, somente depois da Europa, que contribui em 25%, já que inclui a Federação Russa, que por si só contribui em 20% (FAO, 2005).

Na América Latina, o Brasil é o país mais relevante por possuir 56% das florestas da região. Entretanto, o resto da região, ao ter 38% de sua superfície coberta por florestas ocupa também um lugar relevante nesse indicador, depois do Brasil e da Rússia (47%) (Ver fig. 13).

A distribuição da cobertura de florestas por zonas na América Latina é relativamente uniforme como se pode constata-

tar na fig. 14. Só a cifra obtida para o Caribe pode parecer distorcida ao incorporarem-se a essa região Suriname e Guiana, países com uma cobertura de florestas superior a 70% e com uma área territorial mais extensa que a maioria dos países insulares.

Figura 13

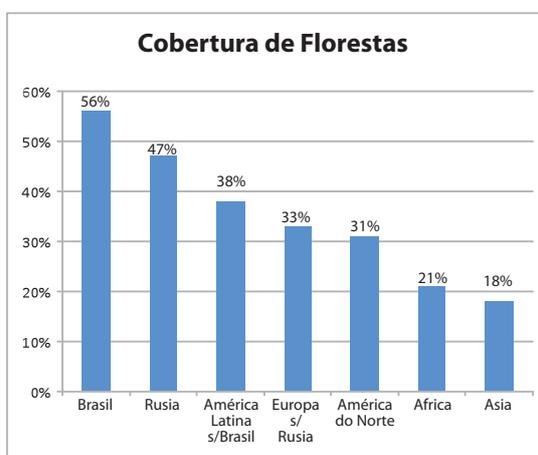
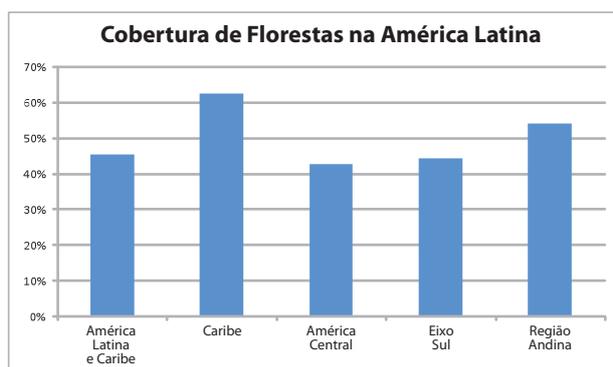


Figura 14



As principais fontes de biocombustível sólido na atividade florestal são: a madeira de valor não comercial, que se obtém no manejo florestal de florestas e plantações, os resíduos do processamento industrial da madeira e as plantações estabelecidas com fins energéticos.

A área de florestas dos países incluídos na estatística do SIEE, é de 860,3 milhões de ha. Se estimamos um incremento anual médio de biomassa de 5 ton/ha/ano (D.O. Hall) nas florestas da região, seriam produzidas anualmente 4,3 milhões de toneladas de biomassa.

A extração anual de madeira em rolo para a indústria, e de lenha na região pode ser estimada em 285 mil toneladas (FAO, 2005), cifra que representa só 6,6 % do incremento anual de biomassa nas florestas. A contribuição que podem fazer esses dois produtos à produção de biocombustíveis sólidos seria o resultado do uso dos resíduos do processamento industrial dos rolos da madeira e da lenha, que se liberariam por um incremento da eficiência energética de seu uso atual.

Na indústria de processamento da madeira na região, se estima que uma média de 50% da madeira cerrada se converte em resíduo, e assumiremos que dessa cifra 40% se transforma em biocombustível, o que significa uma contribuição de 23,8 milhões de toneladas de biocombustível anual.

No caso da lenha, existem experiências de incremento da eficiência energética nos dispositivos de uso final desse combustível de até 70%. Estimamos que pela implementação desse tipo de medida se libera 30% da lenha que atualmente se consome e que dessa cifra se incorpora um esquema comercial de biocombustível sólido de 50%, o que significa uma contribuição de 20,5 milhões de toneladas.

Para o cálculo dos resíduos do aproveitamento florestal, que são aqueles que ficam no campo ao realizar-se a extração da madeira com fins comerciais, utilizam-se os critérios descritos em (Perttu Anttila, 2009). Esses autores consideram que esses resíduos são entre 5% e 15% do volume de rolos industriais que se extraem da área florestal. Se utilizarmos um coeficiente de 10% e convertermos em biocombustível sólido 60% dessa quantidade, a contribuição de biocombustível por esse conceito alcançará a cifra de 17,1 milhões de toneladas.

A produção de 61,4 milhões de toneladas de biocombustível sólido a partir das fontes consideradas, permitiriam satisfazer a demanda das 43 mil toneladas para substituir combustíveis convencionais na produção de calor (Tabela 5) e gerar em Usinas Elétricas 18,8 mil GWh.

Para produzir com biomassa 10% da eletricidade gerada em 2007, requiere-se gerar 71,3 mil GWh em adição aos gerados na indústria açucareira e com os resíduos florestais. Com esse fim é necessário adicionalmente produzir anualmente 69,5 milhões de toneladas de biocombustível sólido. A fonte para esse biocombustível são as plantações florestais destinadas especialmente a esse fim. A avaliação dessas plantações para a produção de combustível se realiza sobre a base de uma taxa de incremento anual de 20 ton/ha/ano, um turno de rotação de 7 anos (FAO, 2001) e uma conversão de 75% a biocombustível. Sob essas condições a área de plantações energéticas que se requer estabelecer para gerar anualmente os 71,3 mil GWh é de 32,4 milhões de ha de plantações de rápido crescimento. Essa cifra está na ordem da diminuição da área de florestas primárias nos últimos 10 anos, que se pode estimar em 31,3 milhões de ha (FAO, 2005).

Resumo da oferta/demanda de biocombustíveis

Alcançar a produção de biocombustíveis de acordo com as metas consideradas de substituição de combustíveis convencionais e de geração de eletricidade incrementaria a participação das energias renováveis na demanda de energia primária (fig. 15 e 16) de 29% a 49% e na geração de eletricidade de 71% a 84% segundo dados de 2005 (Greenpeace International/European Renewable Energy Council (EREC), 2008).

Figura 15

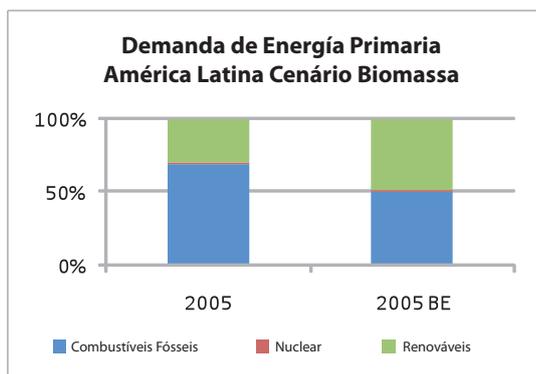
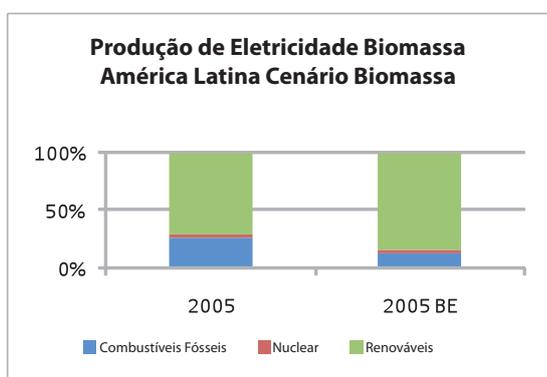


Figura 16



Devido ao caráter geral desse estudo e às dificuldades de uma análise detalhada, não se incluíram como potenciais fontes de biocombustíveis recursos como: resíduos sólidos urbanos, materiais orgânicos para a produção de biogás, resíduos agroindustriais e de colheita, etc. Essas fontes de biomassa não consideradas constituem uma reserva para alcançar as metas descritas.

Um resumo das fontes de biocombustível avaliadas se mostra na tabela 7.

O avanço no aproveitamento das oportunidades que oferecem o desenvolvimento alcançado pelas tecnologias energéticas e o potencial de produção de biocombustíveis na região é um processo condicionado por fatores como:

- a compreensão por parte dos principais atores do processo das vantagens econômicas, sociais e ambientais que representa o incremento da participação das fontes renováveis de energia, e em particular, da biomassa;
- a vontade política de criar um marco legal e regulatório apropriado; e
- a consolidação de novos paradigmas energéticos: a geração distribuída de eletricidade, a descentralização energética, o incremento da participação local na satisfação da demanda energética, a criação de mercados eficientes de biocombustíveis, entre outros.

Tabela 7

Demanda e oferta de biocombustível			
Biocombustíveis		Demanda anual (milhares de ton)	Oferta
Biocombustível sólido	Para calor	43.054	Transformação em biocombustíveis de: <ul style="list-style-type: none"> • 40% dos resíduos da indústria florestal. • 15% da lenha que se usa de forma tradicional. • 60% dos resíduos do aproveitamento florestal
	Para Eletricidade	178.578	Ampliação da cogeração na Indústria açucareira, gerando 25% da eletricidade. Estabelecimento de 32,4 milhões de ha de plantações energéticas, equivalente à diminuição de florestas primárias nos últimos 10 anos.
	Total	221.623	
Etanol		24.476	Atualização da indústria açucareira da região aos indicadores produtivos médios do Brasil. Ampliação das plantações de cana de açúcar em 14% (0,4 milhões de ha).
Biodiesel		19.620	Plantação de 15 milhões de ha de <i>Jatropha curcas</i> em terras não aptas para a produção de alimentos.

A análise realizada mostra que a experiência acumulada pelos países mais avançados no uso das energias renováveis e, em particular, da biomassa, se baseia em uma revalorização da mesma como fonte de energia e de desenvolvimento sustentável.

Só será possível aproveitar de maneira racional o potencial energético da biomassa da região abandonando-se a visão de que esta é um combustível de segunda classe e adotando-se um enfoque moderno e contemporâneo em direção a seu desenvolvimento como um dos apoios do desenvolvimento energético, social e econômico dos países da América Latina e do Caribe.

Bibliografía

- BNDES - CGEE. (2008). Bioetanol de Caña de Azúcar. Energía para el Desarrollo Sustentable. Río de Janeiro.
- Carlos Razo, e. a. (2007). Producción de biomasa para biocombustibles líquidos: el potencial de América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: CEPA.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina). (2004). Fuentes Renovables de Energía en América Latina y El Caribe. Situación y Propuestas de Políticas. CEPAL.
- CEPAL. (2004). Fuentes Renovables de Energía en América Latina y el Caribe. Situación y propuestas de políticas. Santiago de Chile.
- Comisión de las Comunidades Europeas. (2005). Plan de Acción sobre la Biomasa COM (2005) 628. Bruselas: Comunicación de la Comisión.
- D.O. Hall, J. H. Biomass energy development and carbon dioxide mitigation options . London.
- EUROSTAT. (2007). Energy, transport and environment indicators.
- FAO. (2001). Evaluación del Recurso Forestal Global 2000. Informe principal. Roma.
- FAO. (2005). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2005. Roma.
- FAO/AGL. (2003). TERRASTAT.
- FAOSTAT.
- Greenpeace International/European Renewable Energy Council (EREC). (2008). Energy Revolution. A sustainable global energy outlook.
- IEA - International Energy Agency. (2009). International Energy Outlook 2009.
- International Energy Agency. (2008). World Energy Outlook 2007.
- Luna, N. D. (2008). Perspectivas Energéticas de América Latina y El Caribe. Buenos Aires: III Foro de Integración Energética Regional.
- M.C., S. (2006). Jatropha curcas, an excellent sources of renewable energy in the dry areas. International Center for Agricultural Research in Dry Areas (ICARDA).
- Nogueira, L. H. (2007). Panorama de los Biocombustibles en América Latina y El Caribe. Santiago de Chile.
- Paul, V. (2008). India's Biodiesel Programme: promises and challenges. Bankog.
- Perttu Anttila, T. K. (2009). Global Potential of Modern Fuelwood. In internet by Finnish Forest Research Institute.
- R.E.E. Jongschaap, W. C. (2007). Claims and Facts on Jatropha curcas L. Plant Research International B.V.
- REN 21. (2009). Renewables Global Status Report. Update 2009.
- REN21. (2007). Renewable 2007. Global Status Report. (2005). Resolución sobre las «Fuentes de energía renovable en la Unión», sesión plenaria de 28 de septiembre 2005.
- Siang, C. C. (2009). Jatropha curcas L. development of a new oil crop for biofuel. The Institute of Energy Economy, Japan (IEEJ).
- SIEE/OLADE. Sistema de Información Económico Energética.
- Silvia Liliana Falasca, A. U. (Julio 2008). Potencialidad bioenergética sudaamericana a partir de forestaciones con Jatropha curcas sp. (J. curcas, hieronymi y macrocarpa). Revista Virtual REDESMA.
- Soni Solistia Wirawan, A. H. (2006). The current status and prospect of biodiesel Development in Indonesia: a review. UNICA/MAPA. (2008).

Aspectos da Sustentabilidade Ambiental da Produção de Etanol no Brasil: Tecnologias e Práticas



Gilberto De Martino Jannuzzi¹

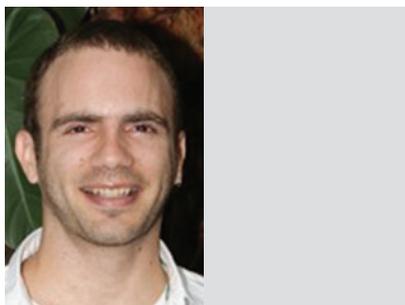
Universidade de Campinas - UNICAMP

Gilberto De Martino Jannuzzi é Professor Associado de Sistemas de Energia do Departamento de Energia da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil, e Pesquisador Sênior do Centro de Estudos Interdisciplinares de Energia da mesma universidade. Também é o Diretor Executivo da Iniciativa Internacional de Energia, parceria Sul-Sul-Norte (concebida, liderada e localizada no Sul), organização não-governamental internacional independente e pequena, com finalidade pública, que é conduzida por reconhecidos especialistas internacionais na área energética. Conta com escritórios regionais e programas na América Latina, África e Ásia.

O Professor Jannuzzi tem um Ph.D. pela Universidade de Cambridge, RU. (Grupo de Pesquisa Energética, Laboratório Cavendish) e foi convidado como pesquisador visitante em instituições tais como: Laboratório Nacional Lawrence Berkeley (EUA), UNEP - Centro de Energia e Ambiente (Dinamarca) e o Centro Internacional de Pesquisa sobre Ambiente e Desenvolvimento (França).

Foi Decano do Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético da Universidade Estadual de Campinas e Coordenador Técnico do Fundo Nacional de P&D em Energia do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil. Anteriormente, foi o Diretor-Executivo do Gabinete de Transferência de Tecnologia da UNICAMP.

Os interesses do Professor Jannuzzi estão relacionados com o planejamento energético, com especial ênfase na eficiência energética e na conservação, as energias renováveis, a política energética e ambiental, bem como a transferência de tecnologia.



Rodolfo D. M. Gomes

International Energy Initiative

O Dr. Gomes é engenheiro mecânico formado na Universidade de Campinas (UNICAMP), Brasil, com Mestrado em Ciências obtido no Programa de Pós-Graduação em Planejamento Energético da mesma Universidade. Atualmente, está trabalhando para a Iniciativa Internacional de Energia (Escritório da América Latina) como Pesquisador Associado e Assistente do Diretor. Ele trabalhou como consultor para Sueco Groner e KanEnergi (Oslo, Noruega), representando a Iniciativa Internacional de Energia (Escritório da América Latina), para o programa de intercâmbio de funcionários Fredskorpset.

Os interesses do Dr. Gomes estão relacionados com a fontes de energias renováveis, eficiência energética, energia e política ambiental e política de ciência e tecnologia.

Resumo

O artigo tem como objetivo apresentar uma análise do tipo SWOT para avaliar os aspectos de sustentabilidade ambiental da produção do etanol no Brasil. A análise SWOT é utilizada frequentemente para informar aos decisores os fatores determinantes ou críticos de uma determinada situação em estudo. Tem como objetivo reduzir incertezas e auxiliar na formulação de estratégias explicitando os fatores que poderão influenciar o sucesso de um projeto. São verificados os impactos conhecidos em sete fatores ambientais, considerados os mais críticos para a expansão da cultura de cana no país: qualidade do ar, recursos hídricos, biodiversidade, ocupação do solo, preservação do solo, uso de defensivos agrícolas, uso de fertilizantes agrícolas. Conclui-se que tem havido progressos na direção de melhorar os aspectos de sustentabilidade, mas ainda novas práticas agrícolas e novas tecnologias que minimizem o uso de recursos hídricos e efluentes são requeridas.

Introdução

O desenvolvimento e utilização de biocombustíveis, em particular etanol e biodiesel têm adquirido grande importância não só no Brasil, mas também internacionalmente. A União Européia estabeleceu metas ambiciosas para criar um mercado para biocombustíveis para diminuir sua dependência de combustíveis fósseis importados e como parte de sua estratégia para atender às metas do Protocolo de Quioto. Japão e EUA também possuem planos ambiciosos para substituir parte de sua demanda de gasolina com etanol (Doornbosch e Steenblik 2007).

O Brasil tem uma experiência

¹ El autor desea agradecer el apoyo recibido por parte de las agencias FAPESP y DAAD en la implementación parcial de esta obra.

bem sucedida ao longo de trinta anos no desenvolvimento de um mercado doméstico para o etanol produzido a partir da cana-de-açúcar. Durante esse período foram desenvolvidas tecnologias agrícolas e industriais, variedades de cana que juntamente com políticas públicas e regulação resultaram na criação de um produto final bastante competitivo com a gasolina (Macedo 2007, Goldemberg et al. 2004, Goldemberg, Coelho, e Lucon 2004).

O etanol brasileiro é capaz de substituir a gasolina com vantagens ambientais significativas, evitando a emissão de 2,6-1,7 tCO₂/m³ (2) e um valor atual de 8,3 vezes mais energia produzida (renovável) do que os insumos de energia fóssil utilizados, calculados em base do ciclo de vida do etanol (Macedo, Seabra, e Silva 2008).

Uma grande expansão do sistema cana-de-açúcar - etanol está sendo planejada no Brasil e em outras regiões, especialmente devido ao balanço positivo de carbono e preços internacionais atrativos quando consideradas as outras alternativas aos combustíveis fósseis. Ao mesmo tempo, é crescente a preocupação com aspectos de sustentabilidade sócio-ambiental desses sistemas. Diversos estudos têm demonstrado diferentes impactos na biodiversidade local, uso de recursos hídricos, uso e erosão do solo, poluição atmosférica, entre outros (Macedo 2005, Doornbosch e Steenblik 2007).

A dimensão de impactos sócio-econômicos e ambientais de um plano de expansão como o que se espera é enorme. No caso brasileiro, além da cultura da cana-de-açúcar ser um potencial gerador de energia renovável, contribuindo para a substituição de combustíveis fósseis e desenvolvendo um cenário agro energético promissor, essa atividade é reconhecidamente também um grande transformador das regiões onde atua. Uma expansão da produção de etanol na escala pretendida deverá ocasionar diversos tipos de impactos regionais, sejam eles diretos ou indiretos (Sparovek et al. 2009). Os efeitos cumulativos ao longo dos anos, incluindo maior povoamento, introdução de serviços de infra-estrutura, comércio e atividades industriais são também efeitos que devem ser considerados em uma avaliação de sustentabilidade, uma vez que são decorrentes da principal atividade que se está delineando para as regiões onde deve ocorrer a expansão dessa produção (Sparovek et al. 2007).

O Entendimento do Problema

A preocupação com o crescimento da importância dos biocombustíveis em geral e do etanol em particular tem incentivado o interesse em maneiras de garantir que melhores práticas e tecnologias estejam sendo empregadas para manter a qualidade do combustível e menor impacto ambiental. Processos de certificação ambiental têm sido discutidos recentemente por diversos autores. Além de parâmetros técnicos de qualidade é crescente a incorporação de aspectos socioeconômicos e ambientais da produção.

Recentemente diversos esforços estão sendo enviados para estabelecer critérios e indicadores para certificação com preocupações relacionadas com a sustentabilidade da produção de biocombustíveis (Smeets et al. 2006; Delzeit, Bohle, e Holm-Müller 2007; Delzeit e Holm-Müller 2009; Lewandowski e Faaij 2006). Alguns desses estudos procuram desenvolver ou propor uma diversidade de critérios e indicadores a partir de sistemas de certificação existentes, ou então incorporando algumas especificidades de acordo com diferentes interesses. O surgimento de transações comerciais de etanol também motivou novas formulações de indicadores de sustentabilidade para biocombustíveis. O comércio internacional de certo modo tem provocado esforços para harmonização dos processos de certificação ambiental (Dehue, Meyer, e Hettinga 2007) e mesmo harmonização de padrões técnicos (Anon. 2007).

O presente trabalho analisa o estado atual das tecnologias e práticas em uso no Brasil relacionadas com a cadeia produtiva do etanol e seus impactos ambientais. O objeto é também apontar oportunidades de melhorias para garantir maior sustentabilidade para a expansão da produção desse combustível, tendo também em conta efeitos acumulados ao longo do tempo.

Adota-se a abordagem de uma análise do tipo SWOT, conforme será detalhada adiante para sintetizar o estado do conhecimento existente. Inicialmente, se discute melhor o conceito de sustentabilidade e os limites assumidos para a presente análise.

O Conceito de Sustentabilidade

Uma análise feita por técnicos apresenta diversas soluções que podem contribuir para a viabilização das metas de produção propostas. Muitas dessas soluções são tecnicamente e/ou economicamente viáveis dentro do horizonte previsto. Os respectivos impactos ambientais podem ser apreciados dentro da perspectiva disciplinar do técnico, no entanto, uma iniciativa como a produção em larga escala de um biocombustível como é o caso do etanol, com profundas implicações de desenvolvimento regional, também deve reconhecer a abrangência necessária para o conceito de sustentabilidade.

De certo modo, a responsabilidade de um técnico é limitada no sentido que ele está sendo responsável pela legitimidade científica das soluções apontadas, mas não pela implementação das estratégias e seus impactos no âmbito sócio-ambiental. Já o tomador de decisão ou o formulador de políticas públicas tem essa função e responsabilidade. O processo de decisão a esse nível requer informação qualificada e tempo hábil para examinar as implicações e aceitação das decisões. O conceito de sustentabilidade deve necessariamente incorporar todas essas dimensões.

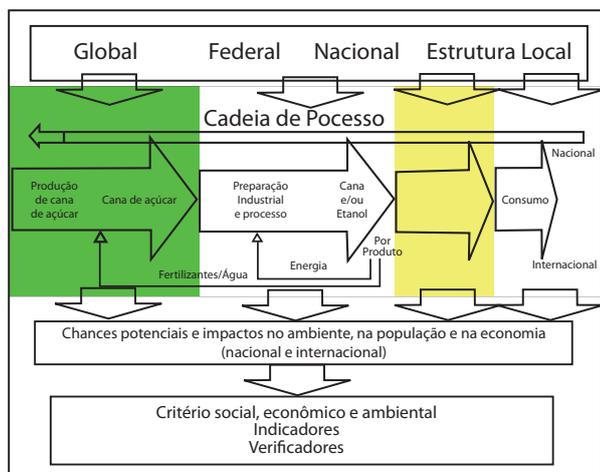
Sustentabilidade é um conceito normativo, contendo valores, percepções e preferências que precedem uma análise técnica ou científica (Omann 2000). Existem também diversas maneiras de se definir conceitos e conseqüentemente indicado-

2 Valores referentes à produção da região centro-sul do país e para álcool anidro e hidratado respectivamente.

res para avaliar desenvolvimento sustentável (Meadows 1998; Bell e Morse 2003; Bossel 1999).

A análise aqui desenvolvida se restringe somente ao âmbito das soluções técnicas e processos e seus impactos ambientais da produção de etanol. A Figura 1 apresenta o esquema geral da cadeia de produção e uso do etanol. Os diferentes estágios do processo possuem impactos potenciais seja no aspecto social, como econômico e ambiental. Diversos indicadores e critérios podem ser escolhidos para monitorar e avaliar os efeitos potenciais das atividades envolvidas. Aplica-se a análise SWOT somente à porção denominada “cadeia de processo” da Figura 1.

Figura 1: Análise de Sustentabilidade da Cadeia de Produção, Distribuição e Uso do Etanol



Fonte: (R. Delzeit e K. Holm-Müller 2009)

Dentro desses limites o presente esforço é avaliar e organizar as informações e análises elaboradas segundo as percepções de impactos ambientais que potencialmente apresentam para o Brasil. Esse tipo de análise poderá ser útil para distinguir as soluções apresentadas segundo os diferentes graus de impactos percebidos pelos técnicos e contribuir para subsidiar o processo de tomada de decisão e eventuais estratégias de implementação da expansão da produção de etanol.

Análise Swot de Sustentabilidade da Expansão da Produção

A análise SWOT é utilizada freqüentemente para informar aos decisores os fatores determinantes ou críticos de uma determinada situação em estudo. Tem como objetivo reduzir incertezas e auxiliar na formulação de estratégias explicitando os fatores que poderão influenciar o sucesso de um projeto.

É um tipo de análise bastante simples, desenvolvida inicialmente dentro do ambiente corporativo e atualmente sendo utilizada na formulação de políticas públicas e em estudos de Análise Ambiental Estratégica (v. por exemplo, Domingos (2006)).

SWOT é a sigla para quatro grupos de caracterizações que se busca ao analisar um problema ou situação. Ela significa em inglês: Strength, Weakness, Opportunities e Threats. A análise SWOT aplicada ao presente caso de expansão da produção de etanol no Brasil agrupa as características que conferem “forças”

ou vantagens verificadas com relação a menores impactos ambientais (S), aspectos de fragilidade (W) que podem prejudicar o ambiente em relação à situação atual; as oportunidades (O) que são oferecidas pela expansão da produção segundo as alternativas existentes; e, finalmente, as possíveis ameaças (T) que podem comprometer o ambiente se essas ações forem implementadas.

É importante destacar que as questões ambientais e sociais, incluindo segurança alimentar não devem ser tratadas separadamente, mas simultaneamente. Os problemas de que trata a ecologia não afetam somente o meio ambiente, mas também o ser humano e vice-versa (Gadotti, 2000). Ferraz (2007) conceitua que uma commodity ambiental, pleiteada pelo etanol, “é aquela que trabalha fortemente as questões sociais e ambientais”. A presente análise SWOT analisa somente os impactos ambientais, reconhecendo-se sua restrição por ser necessário sobrepor-se a ela a análise das questões sociais envolvidas.

Os “Fatores Ambientais”

Toda a análise SWOT aqui apresentada é realizada de acordo com 7 fatores ambientais, considerados os mais críticos para a expansão da cultura de cana no país. A seguir são definidos esses fatores.

QUALIDADE DO AR

A qualidade do ar é o termo que se usa, normalmente, para traduzir o grau de poluição atmosférica de impacto local e global e de características meteorológicas como a umidade do ar. As fontes emissoras dos poluentes atmosféricos são numerosas e variáveis, podendo ser antropogênicas ou naturais. No caso da produção de açúcar e álcool, a qualidade do ar relaciona-se, por exemplo, com a prática de queimadas dos canaviais e emissões resultantes do uso de combustíveis fósseis no preparo da terra, colheita mecanizada, transporte até a usina e escoamento da produção de etanol e açúcar, por exemplo.

RECURSOS HÍDRICOS

Toda a água que pode ser utilizada para consumo e para a produção num local e período de tempo determinados é chamada de recursos hídricos. Podem ser encontrados na superfície, como os rios, lagoas e fontes ou sob ela, nos lençóis subterrâneos.

BIODIVERSIDADE

Biodiversidade é o termo utilizado para definir a variabilidade de organismos vivos, flora, fauna, fungos macroscópicos e microorganismos, abrangendo a diversidade de genes e de populações de uma espécie, a diversidade de espécies, a diversidade de inter-relações, ou ecossistemas, na qual a existência de uma espécie afeta diretamente muitas outras.

OCUPAÇÃO DO SOLO

O processo de uso e ocupação do solo é o rebatimento espacial do sistema de produção de bens materiais e de desenvolvimento cultural dos homens. Tal sistema tem como objetivo satisfazer às necessidades básicas do ser humano.

Los impactos ambientales se refieren principalmente a la adulteración del medio ambiente, a la supresión total e indiscriminada de la vegetación nativa e incluso de los cultivos de

los productos básicos, a fin de aplicar nueva tecnología para la preparación de la tierra y la cosecha mediante la mecanización, por ejemplo.

PRESERVAÇÃO DO SOLO

Entende-se por conservação do solo a manutenção e melhoramento de sua capacidade produtiva.

A não observância de práticas corretas de uso e preservação do solo coloca em risco o solo agrícola que representa a base da agropecuária, causando perdas de solo muito além dos níveis toleráveis. Perdas de nutrientes e matéria orgânica, alterações na textura, estrutura e quedas nas taxas de infiltração e retenção de água são alguns dos efeitos da erosão sobre as características do solo. A compactação do solo, decorrente da mecanização da agricultura, reduz e até incapacita o solo de reter nutrientes, água e de permitir o crescimento de vegetação.

USO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

Os defensivos agrícolas são inseticidas, herbicidas, fungicidas e outros destinados ao controle de pragas que atacam as plantações. Porém, essas substâncias podem atingir os corpos d'água e são tóxicos, em sua maioria aos seres humanos.

USO DE FERTILIZANTES

A compensação das perdas de nutrientes, normalmente, se faz pela reposição de fertilizantes industriais no solo. A lixiviação de fertilizantes contamina os solos e os corpos d'água ou áreas de recarga.

O nitrato, componente de fertilizantes, é encontrado na água subterrânea em decorrência das altas taxas de lixiviação verificadas, principalmente em solos submetidos ao plantio contínuo, sustentado por aplicações de grandes quantidades de fertilizantes inorgânicos e, mais recentemente, orgânicos.

Resultados

Impactos na Qualidade do Ar

Os impactos na qualidade do ar das áreas de plantio de cana estarão mais fortemente relacionados às queimadas dos canaviais e ao uso de combustíveis fósseis (principalmente diesel) na prática agrícola (preparo da terra, plantio, colheita e transporte) e no escoamento do etanol produzido.

STRENGTH

LEGISLAÇÃO

Há legislação de controle e de proibição da prática da queima de canaviais.

No âmbito nacional, o decreto n.º. 2.661, de 8 de julho de 1998, estabelece, dentre outras providências, a eliminação gradativa do emprego das queimadas nos canaviais onde a colheita mecanizável é tecnologicamente possível. Prevê a redução de, no mínimo, 25% da área mecanizável (declividade inferior a 12%) a cada período de cinco anos a contar de 1998. Adicionalmente, estabelece que a queima controlada deverá ser previamente autorizada pelo órgão do Sistema Nacional do Meio

Ambiente - SISNAMA, com atuação na área onde se realizará a operação. Portanto, o decreto estabelece que em 2018 haverá o fim das queimadas em 100% das áreas mecanizáveis no país.

No Estado de SP há legislação de controle de queimadas e um prazo estipulado para o fim dessa prática, substituindo-a pela colheita mecanizada (cana crua). A suspensão está prevista na lei estadual 11.241, de 2002, que determina a eliminação gradual da queima de cana em áreas mecanizáveis (com declive de até 12%) até 2021 e nas áreas não-mecanizáveis (declividade acima de 12%) até 2031. Pelo cronograma, em 2006 a queimada estava vetada em 30% das áreas mecanizáveis.

Recentemente, o governo do Estado de SP firmou um protocolo com a UNICA de reduzir o prazo de 2021 para 2014 nas áreas mecanizáveis e de 2031 para 2017 nas áreas não mecanizáveis. Atualmente 80% das usinas paulistas aderiram ao protocolo, sendo a adesão ao protocolo voluntária. Na safra 2008/2009, 49% da colheita ocorreu sem queima (SMA, 2009).

WEAKNESS

QUEIMADA DA CANA

A queimada dos canaviais é um problema ambiental e de saúde pública. A sua prática é antiga e disseminada nos estados produtores, sendo utilizada para aumentar a produtividade do trabalho na colheita e reduzir custos de transporte. Cerca de 70% da colheita é manual no Estado de SP, responsável por 60% da produção nacional, o que obriga a queima da cana.

Como problemas ambientais, destacam-se a poluição atmosférica por gases e fuligens, a destruição e a degradação de ecossistemas (ver seção ocupação do solo na biodiversidade) e do solo (ver seção preservação do solo).

A queima da cana-de-açúcar resulta em emissões potencialmente danosas para a saúde humana: CO, CH₄, compostos orgânicos e materiais particulados. Está também relacionada ao aumento das concentrações de ozônio nas cidades próximas às plantações de cana. A poluição urbana causada se agrava ainda mais no período do inverno, em que ocorrem frequentes inversões térmicas. Existem estudos que afirmam haver relação direta, e outros que essa relação não existe, entre a queima da cana e doenças respiratórias e infecções agudas crônicas (Smeets et al., 2006). Estudos do Departamento de Patologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (Saldiva & Miraglia, 2004) afirmam que essa relação existe, atingindo mais crianças e idosos. Não se sabe ainda a magnitude das infecções agudas crônicas no país ocasionadas por particulados de queima de combustíveis ou biomassa.

Além disso, a prática da queima causa danos à infraestrutura (rede elétrica de distribuição e transmissão, rodovias, ferrovias) e a reservas florestais. A queima de reservas florestais ou plantações adjacentes aumenta a emissão de gases poluentes e de gases precursores de efeito estufa.

A FISCALIZAÇÃO

Falhas na fiscalização e cumprimento da legislação vigente.

COMPACTAÇÃO DE SOLOS, USO DE ENERGIA E EMISSÕES

A mecanização agrícola trouxe contribuições positivas para a agricultura, como aumento da produtividade, mas também trouxe contribuições negativas ao meio ambiente,

como compactação dos solos (ver item preservação dos solos) e aumento das emissões de poluentes com o uso de combustíveis fósseis (Tabela 1).

Em relação às emissões, o combustível gasto pela mecanização convencional para deslocar equipamentos e veículos sobre solos soltos acaba em sua maior parte sendo utilizado para deformar o solo, ou seja, para gerar compactação. Isso, por sua vez, demanda, novamente, investimentos, maquinário e combustível para descompactação nas operações posteriores de cultivo de soqueira ou preparo para o plantio. Os períodos de chuva dificultam ainda mais o deslocamento do tráfego e, conseqüentemente, demandam mais combustíveis.

OPPORTUNITY

Existem oportunidades para reduzir e/ou eliminar por completo a prática das queimadas e reduzir as emissões de gases precursores de efeito estufa provenientes da queima e do escoamento da produção de etanol.

FISCALIZAÇÃO EXEMPLAR

Uma das alternativas é aperfeiçoar e fazer cumprir mediante eficiente fiscalização a legislação existente que prevê o fim das queimadas. Encurtar o prazo para proibição completa das queimadas no âmbito nacional é uma alternativa a ser considerada. Um exemplo nesse sentido é o Protocolo Agroambiental do Estado de São Paulo. Outra alternativa é que as novas usinas sejam obrigadas a não queimarem os canaviais enquanto as já existentes cumpririam um período de transição. No entanto, não é uma alternativa simples pelos aspectos sociais envolvidos, o que foge ao escopo deste artigo.

TECNOLOGIA DE TRÁFEGO CONTROLADO

Outra oportunidade é o emprego das estruturas de tráfego controlado (ETC's), que viabilizam a colheita da cana crua em terrenos com aclive de até 40% e consomem menos diesel por hectare, resultando em menores emissões de gases precursores de efeito estufa e de gases poluentes e particulados. A tabela abaixo apresenta o consumo de diesel para diferentes sistemas de colheita. Os ETC's viabilizam a prática do plantio direto, alternativa que vai a favor da preservação dos solos, dos recursos hídricos e redução do uso de implementos agrícolas.

Tabela 1: Consumo de Diesel Atual e Futuro Conforme Introdução de Novas Tecnologias e Práticas

Índice	atual	2015	2025
1- Uso de ETC (%)	0	0	100
2- Uso de plantio direto (%)	<5	10	100
3- Uso de mapas de produtividade georeferenciados (%)	0	10	100
4- Uso de agricultura de precisão (%)	0	10	100
5- Consumo de diesel no preparo de solo e plantio (l/tc)	0,35	0,32	0,04
6- Consumo de diesel na colheita de cana (l/tc)	0,9	0,8	0,38
7- Consumo de diesel no transporte de 25 km (l/tc)	0,98	0,95	0,88
8- Consumo agrícola de diesel (l/tc)	3,5	2,5	1,7

Fonte: Relatório da Fase 2 do Projeto Etanol (NIPE, 2007).

As ETCs são unidades de potência portadoras de implementos, com bitola extra larga, de 20 a 30 m, com restrição topográfica da ordem de 40% (12% no caso das colheitadeiras convencionais de 1 linha) e que viabilizam a introdução da técnica de plantio direto. As ETC's utilizam linhas de tráfego permanentes, bem compactadas, com alta eficiência de tração e

sem interferência com a área plantada, localizada entre as linhas de tráfego. Para o caso de uma ETC com bitola de 30 m, existe uma área de apenas 4% dedicada ao tráfego e o resto dedicado exclusivamente ao desenvolvimento da planta. A mecanização atual utiliza tráfego intenso em aproximadamente 30% da área, com baixa eficiência de tração e plantas se desenvolvendo em solo fisicamente danificado.

THREAT

Mesmo com a gradativa redução das áreas onde a prática da queima da cana é permitida, há o eminente risco de, até a completa proibição da queima, haver a degradação dos remanescentes florestais (mata ciliar, cobertura de mananciais, áreas de preservação) e do impedimento da regeneração natural (perenização da degradação).

Suprimento E Qualidade Da Água

Não há informações detalhadas disponíveis sobre o nível de poluição da água de rios e bacias em várias regiões e sobre qual seja a contribuição da cultura de cana e de produção do etanol. Os principais impactos de uso da água estão mais concentrados na etapa da produção de açúcar e álcool. (Smeets et al., 2006). Há também os poluentes advindos da produção de cana e etanol que podem contaminar os aquíferos (reservas subterrâneas de água doce) e mananciais. Os dois tipos de poluentes mais importantes são os orgânicos (produção de etanol: vinhoto e torta de filtro) e os agroquímicos (cana-de-açúcar: fertilizantes e defensivos agrícolas).

STRENGTH

RELATIVA BAIXA DEMANDA POR ÁGUA PARA CULTURA DE CANA

A cultura da cana-de-açúcar no Brasil é principalmente irrigada pela chuva (Smeets et al., 2006; Macedo, 2005). Dessa maneira, há o menor uso da água para irrigação. A pouca ou nenhuma prática de irrigação é de grande importância na redução de impactos ambientais, não só pelo menor uso da água como também por evitar arraste de nutrientes, resíduos de agrotóxicos, perdas de solo etc. A irrigação na cana-de-açúcar é mais disseminada no Nordeste.

No entanto, o uso da irrigação está aumentando. A crescente demanda pela incorporação de novas áreas de cana no Centro-Sul do Brasil tem levado à exploração de regiões com déficits hídricos mais acentuados.

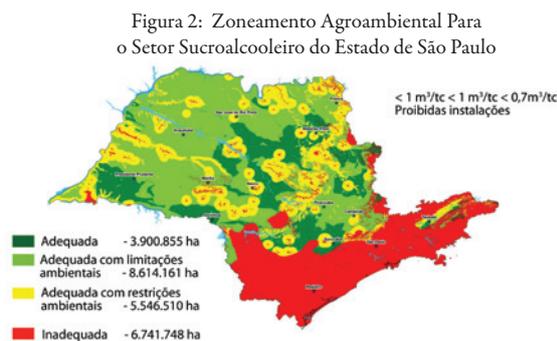
A aplicação de vinhoto na lavoura reduz a necessidade de captação de água para irrigação. Adicionalmente, possibilita o menor uso de fertilizantes minerais, reduzindo as chances de contaminação dos aquíferos e mananciais.

Grande parte da água utilizada é reutilizada e reciclada (fertirrigação). Conseqüentemente, a captação, consumo e lançamento são menores.

Uma outra vantagem importante recentemente implantada no Estado de São Paulo é o estabelecimento de seu zoneamento agroambiental para o setor sucroalcooleiro. Como principal região produtora do país, essa medida tem um importante impacto sobre o planejamento ambiental do estado ao disciplinar

a expansão e ocupação do solo, o uso e qualidade da água, qualidade do ar e preservação da biodiversidade, por exemplo.

Fato é que, baseando-se no zoneamento agroambiental, a Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo aprovou a Resolução SMA 88, de 19 de março de 2009, que dispõe sobre as diretrizes técnicas para o licenciamento de empreendimentos do setor sucroalcooleiro no Estado. Nas áreas consideradas adequadas, há o limite de captação de 1 m³/t de cana, com restrição de 0,7 m³/t de cana para as áreas adequadas com restrições ambientais (Figura 2).



Fonte: a partir de CIIAGRO (2009).

BAIXO IMPACTO NA QUALIDADE DA ÁGUA

Uma avaliação da EMBRAPA classifica hoje os impactos das lavouras de cana na qualidade da água no nível 1 (nenhum impacto) (Embrapa, 2003).

WEAKNESS

QUEIMA DA CANA

A prática da queima da cana-de-açúcar reduz a quantidade de água do solo devido ao calor intenso, altera as características estruturais do solo, o que, conseqüentemente, acarreta efeitos erosivos, e provoca a ocorrência de enxurradas (perdas de solo, nutrientes e água) devido à redução da cobertura vegetal. Adicionalmente, pode comprometer ou eliminar mananciais por erosão e assoreamento ao destruir as matas ciliares.

GRANDE DEMANDA NA FASE INDUSTRIAL

A produção industrial é importante importadora de água do meio ambiente. Apesar da necessidade de maiores estudos, algumas referências apontam valores médios de captação de água variando de 3.000 a 5.000 litros de água/tonelada de cana (Ferraz, 2007; Neto, 2005). Levantamentos realizados pela UNICA, apesar de divulgados como relatório interno ("reservado"), apontam captação média de 1.830 litros de água/tonelada de cana (Neto, 2005). Há perspectiva do setor de reduzir a captação a 1.000 litros/tonelada de cana.

CONTAMINAÇÃO DE AQUÍFEROS E LENÇÓIS FREÁTICOS

Segundo Ferraz (2007), o Aquífero Guarani está recoberto de cana-de-açúcar com vários trabalhos alertando para a sua contaminação com herbicidas.

A aplicação de vinhoto como fertilizante pode ocasionar a salinização dos lençóis freáticos pela lixiviação desses elementos, como também causar nitrificação do solo e contami-

nar as águas dos lençóis freáticos, sendo origem de graves doenças nos seres humanos (Veiga Filho, 2007). A regulamentação do seu uso (norma da Cetesb, de 2005) para uso nas áreas próximas às usinas e já comprovadamente saturadas é demonstração de que embora vinhoto seja subproduto orgânico e que contém água e nutrientes minerais, seu uso precisa ser controlado.

CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS

As enxurradas podem transportar solo, agrotóxicos e fertilizantes orgânicos e inorgânicos para mananciais próximos, o que pode comprometer a qualidade da água por contaminação e causar assoreamento e até enterramento destes mananciais.

Em algumas regiões, de acordo com Ferraz (2007), não há uma nascente que não tenha cana em volta, de forma que são contaminadas por defensivos logo na nascente.

Com o emprego das novas tecnologias de segunda geração (hidrólise enzimática e ácida), haverá a necessidade de consumo de água.

OPPORTUNITY

Há diversas alternativas para reduzir os impactos na qualidade e no suprimento d'água que vão desde a fase agrícola à industrial.

O futuro deve considerar a reconversão dos sistemas de irrigação por superfície, principal método de irrigação utilizado no país, cuja eficiência é muito baixa. No caso de regiões com déficits hídricos, a irrigação pode ser ambientalmente e economicamente viável, principalmente com o uso de métodos mais eficientes: equipamentos de maior facilidade de controle, manejo adequado dos sistemas de irrigação por superfície, sistemas para maior uniformidade de aplicação de água (por aspersão) e irrigação localizada (gotejamento e microaspersão). Por exemplo, irrigação por gotejamento sub-superficial, conforme experimentos conduzidos pelo Centro de Tecnologia Canavieira na região de Ribeirão Preto, que mostraram a sua viabilidade econômica.

Também se deve considerar a redução da coleta, uso e lançamento d'água. Cerca de 87% dos usos da água ocorrem em quatro processos: lavagem de cana (25,4%), condensadores/multijatos na evaporação e vácuos (28,5%), resfriamento de dornas e condensadores de álcool (33,3%) (Neto, 2005). O uso de água na lavagem da cana (5 m³/t cana) pode ser reduzido com a limpeza a seco da cana. Parece ser possível atingir valores próximos de 1 m³/t cana (captação) e lançamento zero, com otimização da reutilização e uso da água residual em fertirrigação.

Umidade e compactação do solo são fatores fortemente ligados à longevidade do canavial. As tecnologias de controle de tráfego e plantio direto atacam especificamente os referidos parâmetros de produção, ao proporcionarem maior umidade do solo, melhor aproveitamento da água da chuva (água armazenada e conservada no solo), menor compactação dos solos e ocorrência, portanto, de enxurradas (perdas de solo, nutrientes e água), menor uso de herbicidas e fertilizantes.

O uso controlado de vinhoto (fertirrigação) reduz o uso de fertilizantes inorgânicos na lavoura, reduzindo os riscos de contaminação dos aquíferos.

Adicionalmente, a concentração térmica do vinhoto pode reduzir a captação de água com a utilização do condensado.

Há o desenvolvimento de novas variedades de cana com maior resistência ao stress hídrico, havendo menor necessidade de irrigação em regiões com déficits hídricos.

A retomada do desenvolvimento da biodigestão termofílica do vinhoto é uma alternativa para reduzir a carga de matéria orgânica, a elevação do pH e remoção do sulfato do vinhoto.

A exemplo do Estado de São Paulo, o estabelecimento de um zoneamento agroambiental nacional, como importante ferramenta de planejamento, é considerado uma medida crucial para disciplinar a expansão do setor e ocupação do solo.

THREATS

A expansão da produção de etanol poderá, se alternativas e soluções não forem tomadas, provocar:

- 1- Aumento do uso de herbicidas, pesticidas e adubos minerais, podendo acarretar a contaminação dos aquíferos;
- 2- Aumento da demanda por irrigação em áreas com déficit hídrico;
- 3- Aumento da disposição descontrolada de vinhoto nos solos e próximos a corpos d'água.

Ocupação do Solo e Biodiversidade

STRENGTH

Existe disponibilidade de terras para atender a produção de 205 milhões de m³ de etanol em 2025 de acordo com o Projeto Etanol (NIPE, 2007). Os cenários de NIPE (2007) consideraram o estabelecimento de reservas em 20% da área plantada e considerou a não utilização de áreas de reservas florestais, indígenas, parques etc.

Os dois cenários de produção de etanol (104,5 e 205 milhões de m³) para o ano de 2025, ao preverem aumento da produtividade de cana e etanol para a situação de “tecnologia progressiva”, reduzem a área necessária requerida. Isso reduziria possíveis deslocamentos de culturas e pastagens e efeitos sobre a biodiversidade.

O aumento da produtividade seria devido às maiores eficiências energéticas no aproveitamento do bagaço para o processo industrial e maior proporção de recolhimento da palha na colheita, que atingiria 50%³.

Esses ganhos de produtividade significariam uma redução de 8% e 17% na produção de cana-de-açúcar em 2015 e 2025, respectivamente. E uma redução de 17% e 23% no número de destilarias em 2015 e 2025 comparado ao cenário sem tecnologia.

Uma das vantagens mencionadas é que a cultura da cana proporciona a recuperação do solo com a plantação de outras culturas.

O zoneamento agroambiental do Estado de São Paulo é uma vantagem importante, visto que é a principal região produtora do país. O zoneamento disciplina a expansão e ocupação do solo, dentre outras questões ambientais importantes. A Resolução SMA 88, de 19 de março de 2009, baseada no zoneamento agroambiental, estabelece que, nas áreas consideradas adequadas, ações relacionadas à ocupação do solo e preservação e recuperação da biodiversidade devem obrigatoriamente ser tomadas. Em algumas áreas requer-se a formação de corredores ecológicos.

WEAKNESS

A prática da queima da cana-de-açúcar causa danos à biodiversidade e ecossistemas, com evidente redução de populações de espécies de vertebrados e insetos pela eliminação de habitats ou mortes pelo fogo e eliminação da cobertura vegetal. As reservas ambientais, matas ciliares e cobertura de mananciais também são ameaçadas pelo avanço da cultura e/ou prática de queimadas.

A diversificação de habitats terrestres e úmidos está também frequentemente associada a uma fragmentação⁴ de habitats, que conduz a profundas alterações no balanço entre espécies de interior e espécies de orla e pode provocar o isolamento genético de populações, para além de mortalidade faunística associada a movimentos de dispersão.

Por um lado, o discurso governamental e dos produtores de açúcar e álcool frisa que a expansão da cana-de-açúcar está ocorrendo sobre áreas degradadas e de pastagens. Por outro lado, de acordo com organizações ambientais, indiretamente o deslocamento da pecuária e de culturas menos rentáveis podem estar se dando sobre florestas nativas e cerrado. Ferraz (2007), da Embrapa Meio Ambiente, afirmou que a “preocupação sobre a devastação de floresta, e da ocupação de áreas de alimentos é o mesmo fenômeno da soja”. Esses impactos indiretos não devem ser menosprezados e devem ser estudados nos estudos de ocupação do solo e impactos na biodiversidade.

OPPORTUNITY

A exemplo do Estado de São Paulo, o estabelecimento de um zoneamento agroambiental nacional, como importante ferramenta de planejamento, é considerado uma medida crucial para disciplinar a expansão do setor e ocupação do solo.

3 O cenário de 104,5 milhões de m³ prevê um aumento no rendimento de 93,3 l/tc e 100,2 l/tc em 2015 e 2025, respectivamente, um aumento de 10% e 18% comparado ao cenário sem tecnologia (85 l/tc) e à situação atual. O cenário de 205 milhões de m³ prevê um aumento no rendimento de 92,6 l/tc e 102,1 l/tc em 2015 e 2025, respectivamente, um aumento de 9% e 20% comparado ao cenário sem tecnologia (85 l/tc) e à situação atual (NIPE, 2007).

4 Fragmentação é todo processo de origem antrópica (humana) que provoca a divisão de ecossistemas naturais contínuos em partes menores, frequentemente desconectadas de outras áreas semelhantes, o que gera isolamento das espécies e sua conseqüente extinção.

Criação de corredores de biodiversidade⁵ nas plantações de cana.

Estímulo à produção de etanol pelo sistema orgânico⁶ que, dentre outras práticas, realiza a colheita crua da cana e observa as áreas de reserva legal.

Há uma discussão sobre qual a melhor alternativa para manter áreas de preservação ambiental. Se a atual prática legal de se garantir, no mínimo, 20% da área plantada de cana para reservas ou se a necessidade dos Estados definirem uma área de reserva compatível com suas necessidades, por exemplo.

THREAT

Caso o aumento da produção de cana-de-açúcar ocorra pelo sistema convencional, é bem provável que haja redução da biodiversidade nas extensas áreas de plantio, conforme indica levantamento realizado pela Embrapa Monitoramento por Satélite em propriedades da região de Ribeirão Preto. Num plantio convencional de cana, não se contam mais do que 30 espécies, ao passo que em propriedades que utilizam o sistema orgânico de produção foram identificadas 248 espécies (Embrapa, 2005).

Há também o risco de degradação e queima de áreas de reserva, eventos recorrentes, mas pouco difundidos na mídia. Como exemplo, tem-se a Estação Ecológica de São Carlos, Unidade de Conservação localizada no Município de Brotas - SP, com um histórico de danos diretos e indiretos provocados pelas queimadas realizadas nos canaviais, que se estendem até seus limites (Ferreira, 2007).

Com o uso da “produção orgânica”, poderá haver o risco de um aumento das pragas e plantas daninhas, com possíveis impactos na produção e no equilíbrio ecológico local.

Em termos locais, poderá haver a pressão sobre a oferta e sobre os custos de produção de alimentos⁷.

Preservação dos Solos Agrícolas

STRENGTH

As perdas de solo são menores com a cultura da cana, comparada a muitas outras culturas. Somente o milho, o feijão e a batata-doce possuem perdas menores ou iguais à cana.

A evolução tecnológica do cultivo da cana-de-açúcar

tem permitido em algumas áreas o manejo de colheita sem a queima da palha. O manejo de colheita sem a queima da palha e o preparo reduzido deverá melhorar sensivelmente o nível de conservação de solos. A redução das perdas de solo e água entre a palha queimada e na superfície é de, respectivamente, 68% e 69% (Donzelli, 2005).

O uso controlado de vinhoto (fertilização) como fertilizante orgânico reduz a necessidade de aplicação de adubos químicos, reciclando nutrientes e efluentes da produção de etanol.

Análises sobre os efeitos da vinhaça nas propriedades do solo indicam que a adição da vinhaça in natura aos solos é uma boa opção para o aproveitamento deste subproduto, por ser um excelente fertilizante e trazer vários benefícios para as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Vantagens da utilização da vinhaça são: a elevação do pH, o aumento da capacidade de troca catiônica, da disponibilidade de certos nutrientes, a melhoria da estruturação do solo, o aumento na retenção de água e no desenvolvimento da microflora e microfauna do solo.

A cultura da cana pode regenerar áreas degradadas, desde que observadas as boas práticas de produção do ponto de vista ambiental.

WEAKNESS

A prática da queima da cana-de-açúcar possui consequências danosas para as características físicas e estrutura do solo, como:

- A alteração da concentração de gases;
- A diminuição da fertilidade e umidade do solo;
- A perda de nutrientes voláteis; e
- A exposição do terreno aos efeitos erosivos.

Conforme mencionado anteriormente, a mecanização agrícola trouxe contribuições positivas e algumas negativas, como a compactação do solo resultante do tráfego, que prejudica a sustentabilidade da agricultura canavieira em termos de custo de produção e conservação do solo. Com a modernização da agricultura, o peso dos equipamentos e a intensidade de uso do solo aumentaram drasticamente, com alteração das propriedades físicas do solo, tais como aumento da densidade e da resistência à penetração.

A mecanização convencional provoca:

- Alteração das propriedades físicas do solo (aumento da densidade e da resistência à penetração);
- Tráfego intenso em ~ 30% da área plantada

⁵ O Corredor de Biodiversidade é uma área estrategicamente destinada à conservação ambiental na escala regional. Ele compreende uma rede de áreas protegidas, entremeadas por áreas com variáveis graus de ocupação humana. O manejo é integrado para ampliar a possibilidade de sobrevivência de todas as espécies, a manutenção de processos ecológicos e evolutivos e o desenvolvimento de uma economia regional baseada no uso sustentável dos recursos naturais. Em áreas de alta fragmentação florestal, como a Mata Atlântica, os Corredores de Biodiversidade também têm por objetivo a recuperação e conexão dos fragmentos de florestas. Assim, espera-se vencer o isolamento das áreas protegidas e ampliar a conectividade dos ambientes nativos, permitindo o trânsito das espécies de flora e fauna entre os remanescentes.

⁶ A Embrapa Monitoramento por Satélite fez um trabalho sobre a biodiversidade faunística em propriedades rurais de cana-de-açúcar em Ribeirão Preto (SP) que trocaram o sistema convencional de produção pelo sistema orgânico. Foram identificadas através de levantamentos, realizados entre 2002 e 2003, 248 espécies, comprovando o aumento da biodiversidade - num plantio convencional de cana não se contam mais do que 30 espécies.

⁷ É reconhecida a crescente concentração de terras nas novas áreas de expansão, como na região oeste do Estado de SP, sob a forma de arrendamento e compras de terras (Veiga Filho, 2007). Uma consequência é o rompimento do tecido social e produtivo, com as atividades de menor expressão em nível de macro-região, mas importantes em nível local, sendo desarticuladas. Pequenas associações produtivas, longamente construídas, e que solidificaram relações sócio-econômicas locais com características de sustentabilidade, podem ser rompidas pelo impacto da cana.

A aplicação do vinhoto como fertilizante é muito comum e praticamente todo vinhoto é reciclado. Produz-se de 10 a 15 litros de vinhoto por litro de álcool, dependendo de características da cana e seu processamento (Macedo, 2005). Um dos impactos negativos mais relevantes refere-se ao efeito do ânion sulfato no solo. A presença de sulfato em destilarias de álcool de cana-de-açúcar é resultante do emprego de ácido sulfúrico na fermentação. Para o caso de uma destilaria autônoma, utiliza-se aproximadamente 5 kg de ácido sulfúrico (98% de concentração) por m³ de etanol produzido, valor este que sinaliza que dosagens comparativamente elevadas de sulfato estão sendo aplicadas no solo.

Grande número de estudos relacionados com a lixiviação e possibilidades de contaminação de águas subterrâneas pela reciclagem do vinhoto indicam que em geral não há impactos danosos para aplicações inferiores a 300 m³/ha. A Norma Técnica P4.231/2005 da CETESB⁸, órgão ligado à Secretaria do Meio Ambiente (São Paulo), regulamenta todos os aspectos relevantes: áreas de risco (proibição); dosagens permitidas; tecnologias.

OPPORTUNITY

O tráfego controlado, dentre outras funções que exerce, visa solucionar o problema da compactação dos solos. Uma análise bastante simples desse ciclo vicioso de energias gastas em sucessivas operações de compactação e descompactação leva ao tráfego controlado, o qual consiste na separação das áreas usadas para o desenvolvimento das plantas daquelas usadas para o tráfego dos equipamentos.

Remoção biológica do sulfato através de biodigestão anaeróbica: desenvolvimento tecnológico. O sulfato removido pode ser reciclado e utilizado na produção de ácido sulfúrico.

Uso de Defensivos Agrícolas e Fertilizantes

STRENGTH

O consumo de inseticidas, fungicidas, acaricidas e outros defensivos na cultura da cana-de-açúcar no Brasil é inferior ao das culturas de citros, milho, café e soja.

Uso controlado de vinhoto (fertirrigação) reduz o uso de fertilizantes inorgânicos na lavoura e permite a reciclagem dos resíduos da produção de açúcar e etanol.

WEAKNESS

O uso de herbicidas, pesticidas e adubos minerais podem acarretar na contaminação dos aquíferos, que são reservas subterrâneas de água doce.

O poder poluente do vinhoto, cerca de cem vezes maior que o do esgoto doméstico, decorre da sua riqueza em matéria orgânica, baixo pH, elevada corrosividade e altos índices de demanda bioquímica de oxigênio -DBO (20.000 a 35.000 mg/l), além de elevada temperatura na saída dos destiladores (de 85 a 90 °C); é considerado altamente nocivo à fauna,

flora, microfauna e microflora das águas doces, além de afugentar a fauna marinha que vem às costas brasileiras para procriação (Da Silva et al., 2007 apud Freire & Cortez, 2000).

Plantas daninhas levam a grandes perdas na cultura da cana-de-açúcar, com perdas de produtividade variando de 10% a mais de 80% (Junior, 2005). Comparativamente com outras culturas, no Brasil, a cana-de-açúcar utiliza mais herbicida que o café e o milho e um pouco menos que a citricultura, igualando a soja. Os valores são próximos.

OPPORTUNITY

A prática do plantio direto e o uso de ETC's permitiriam a redução do uso de defensivos agrícolas e fertilizantes inorgânicos.

O maior uso e estudo de controles biológicos de pragas e ervas daninhas, assim como novas variedades resistentes a elas também reduziriam a necessidade de defensivos agrícolas.

A agricultura de precisão é uma outra prática que facilita o processo de gestão ambiental.

THREAT

A expansão da produção de etanol poderá, se alternativas e soluções não forem tomadas, provocar o aumento do uso de herbicidas, pesticidas e adubos minerais.

Hoje começa a crescer em várias situações o interesse em novas tecnologias baseadas no uso de modificações genéticas nas plantas para adicionar resistência a pragas ou características de pesticidas. No entanto, há também o potencial para problemas como a difusão de genes, impactos adversos em organismos não visados, potencial contaminação de alimentos etc.

Conclusões

O quadro a seguir apresenta um resumo da análise SWOT realizada nesse trabalho. É possível observar através da análise realizada que importantes aspectos da sustentabilidade ambiental da produção do etanol têm evoluído positivamente no Brasil. Restam, no entanto, outros aspectos que necessitam maior atenção e fiscalização. Maior conhecimento dos efeitos cumulativos de utilização do solo e deposição de efluentes também necessitam avançar para melhor avaliar seus impactos e medidas mitigadoras.

Tabela 2: Sumário da Análise Swot

<p>S</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nenhuma ou pouca necessidade de irrigação; - Reutilização/reciclagem de grande parte da água utilizada; - Reciclo integral dos efluentes industriais (vinhoto, torta de filtro e água residual); - Legislação de controle e de proibição da prática da queima; - Maior preservação dos solos em relação a outras culturas; - Disponibilidade de terras; - Menor uso de defensivos/fertilizantes em relação a outras culturas *fertilização e otimização); e - Zoneamento agroambiental no Estado de SP. 	<p>W</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alterações estruturais do solo (perdas de água, nutrientes, solo, salinização, acidez); - Alta captação de água; - Poluição atmosférica (poluentes e fuligens): queimadas e mecanização o agrícola; - Falhas de fiscalização (queimadas e vinhoto); - Compactação do solo; - Salinização e contaminação dos lençóis e mananciais (vinhoto, fertilizantes e defensivos agrícolas); - Enxurradas e assoreamento; - Fragmentação de habitats e redução de biodiversidade.
<p>O</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plantio direto; - Uso de ETC's (pressupõe colheita de cana crua); - Agricultura de precisão; - Tecnologia da informação; - Uso controlado de vinhoto; - Corredores de biodiversidade; - Redução da coleta, uso e lançamento d'água; - Melhoramento genético; - Hidrólise enzimática e ácida; - Concentração térmica e biodigestão do vinhoto; - Zoneamento agroambiental nacional. 	<p>T</p> <ul style="list-style-type: none"> - Efeitos cumulativos do uso do solo e de implementos agrícolas; - Depleção de recursos hídricos: aumento da demanda por irrigação em áreas com déficit hídrico e do uso industrial de água; - Aumento do uso de defensivos agrícolas e fertilizantes inorgânicos; - Deslocamento de culturas e pastagens; - Riscos de degradação e queima de áreas de reservas.

Referências Bibliográficas

AAnon. 2007. White Paper on Internationally Compatible Biofuels Standards. TRIPARTITE TASK FORCE BRAZIL, EUROPEAN UNION & UNITED STATES OF AMERICA. http://www.anp.gov.br/doc/biodiesel/White_Paper_on_Internationally_Compatible_Biofuels_Standards_Final.pdf.

Bell, Simon, e Stephen Morse. 2003. Measuring sustainability. Earthscan.

CIIAGRO - Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. Zoneamento Agroambiental para o Setor Sucroalcooleiro do Estado de São Paulo: síntese do zoneamento. São Paulo: SMA, 2008. http://www.ciiagro.sp.gov.br/Zoneamento_Agroambiental/index.htm

Da Silva, Melissa A. S.; Griebeler, Nori P.; Borges, Lino C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.11, n.1, p.108-114, 2007.

Dehue, B., S. Meyer, e W. Hettinga. 2007. Towards a harmonised sustainable biomass certification scheme. Google Scholar.

Delzeit, R., e K. Holm-Müller. 2009. Steps to discern sustainability criteria for a certification scheme of bioethanol in Brazil: Approach and difficulties. Energy 34, no. 5 (Maio): 662-668. doi:10.1016/j.energy.2008.09.007.

Delzeit, Ruth, Hans-Georg Bohle, e Karin Holm-Müller. 2007. Towards a certification of biomass: Feasibility of a certifications scheme of sustainability standards for trade and production of bioethanol in Brazil. Institute for Food and Resource Economics, University of Bonn. http://www.ilr1.uni-bonn.de/agpo/publ/dispap/download/dispap07_01.pdf.

Domingos, T (coord.). Avaliação Ambiental Estratégica do Programa de Desenvolvimento Rural 2007-2013 de Portugal - Continente. Lisboa: Instituto Técnico Superior, 2006.

Donzelli, Jorge Luis. Preservação dos solos agrícolas. Capítulo 7. In Macedo (2005), A Energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. São Paulo: Berlandis & Vertecchia, UNICA, 2005a.

Doornbosch, R., e R. Steenblik. 2007. BIOFUELS: IS THE CURE WORSE THAN THE DISEASE? Round Table on Sustainable Development. Paris: OECD. Google Scholar.

Embrapa. Agroecologia da cana de açúcar. Impacto Ambiental da Cana-de-Açúcar. Novembro de 2003. Disponível em: www.cana.cnpm.embrapa.br. Acessado em 14/06/2007.

Embrapa. Monitoramento registra aumento da biodiversidade em sistemas de produção orgânicos. Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: http://www.embrapa.gov.br/noticias/banco_de_noticias/2005/folder.2005-08-15.5931044316/foldernoticia.2005-08-15.6761991895/noticia.2005-09-09.9717211999/mostra_noticia. Acessado em 15/05/2007.

Ferraz, José Maria Gusman. Workshop de Pesquisa sobre Sustentabilidade do Etanol: diretrizes de políticas públicas para a agroindústria do Estado de São Paulo. Painel 4: Gestão Ambiental (palestrante). FAPESP: Instituto de Economia Agrícola, 14 de junho de 2007.

Ferreira, Manoel Eduardo Tavares. A queimada de cana e seu impacto sócioambiental. Adital: Notícias da América Latina e Caribe. Artigo publicado em 07/03/2007. Acessado em 25/06/2007. <http://www.adital.com.br/site/noticia.asp?lang=PT&cod=26600>

Gadotti, Moacir. Pedagogia da Terra. São Paulo: Peirópolis, 2000. Série Brasil Cidadão, 224p. 2ª Edição.

Goldemberg, J., S. T Coelho, e O. Lucon. 2004. How adequate policies can push renewables. Energy Policy 32, no. 9: 1141-1146.

Goldemberg, J., S. T Coelho, P. M Nastari, e O. Lucon. 2004. Ethanol learning curve-the Brazilian experience. Biomass and Bioenergy 26, no. 3: 301-304.

Hartmut Bossel. 1999. Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications. International Institute for Sustainable Development.

Junior, Adhair Ricci. Defensivos: herbicidas. Capítulo 8: Uso de defensivos agrícolas. In Macedo (2005), A Energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. São Paulo: Berlandis & Vertecchia, UNICA, 2005.

Lewandowski, I., e A. P. C. Faaij. 2006. Steps towards the development of a certification system for sustainable bio-energy trade. Biomass and Bioenergy 30, no. 2: 83-104.

Macedo, Isaias. 2005. Uso de defensivos agrícolas. In A Energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. I. Macedo.

Macedo, Isaias, org. 2007. A Energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade. Berlandis & Vertecchia. São Paulo: UNICA.

- Macedo, Isaias C., Joaquim E.A. Seabra, e João E.A.R. Silva. 2008. Green house gases emissions in the production and use of ethanol from sugarcane in Brazil: The 2005/2006 averages and a prediction for 2020. *Biomass and Bioenergy* 32, no. 7 (Julho): 582-595. doi:10.1016/j.biombioe.2007.12.006.
- Meadows, Donella. 1998. *Indicators and Information Systems for Sustainable Development*. The Sustainability Institute.
- Neto, André Elia. Captação e uso de água no processamento da cana-de-açúcar. Capítulo 5: Impactos no suprimento de água. In Macedo, I.C.; *A Energia da cana-de-açúcar: doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e a sua sustentabilidade*. São Paulo: Berleandis & Vertecchia, UNICA, 2005.
- NIPE - Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético da UNICAMP. Estudo sobre as possibilidades e impactos da produção de grandes quantidades de etanol visando à substituição parcial de gasolina no mundo - Fase 2. Campinas: NIPE/UNICAMP, 2007. Reservado.
- Omann, I. 2000. How can Multi-criteria Decision Analysis contribute to environmental policy making? A case study on macro-sustainability in Germany. In *Third International Conference of the European Society for Ecological Economics*.
- SMA - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Resultado Safra 08/09. São Paulo: SMA, 2009. Disponível em: http://homolog.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/relatorio_etanol_verde_2009A.pdf.
- Smeets, E., M. Junginger, A. Faaij, A. Walter, e P. Dolzan. 2006. Sustainability of Brazilian bio-ethanol. Utrecht: Universiteit Utrecht, Copernicus Institute. Google Scholar. http://www.chem.uu.nl/nws/www/general/personal/smeets_a_files/nieuw/E2006-110.pdf.
- Sparovek, Gerd, Alberto Barretto, Goran Berndes, Sergio Martins, e Rodrigo Maule. 2009. Environmental, land-use and economic implications of Brazilian sugarcane expansion 1996-2006. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 14, no. 3 (Março 1): 285-298. doi: 10.1007/s11027-008-9164-3.
- Sparovek, Gerd, Goran Berndes, Andrea Egeskog, Flavio Luiz Mazzaro de Freitas, Stina Gustafsson, e Julia Hansson. 2007. Sugarcane ethanol production in Brazil: an expansion model sensitive to socioeconomic and environmental concerns. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 1, no. 4: 270-282. doi:10.1002/bbb.31.
- Veiga Filho, Alceu de Arruda. Novo ciclo do Proálcool: problemas derivados do aumento da produção do etanol. *Dossiê Etanol*, n. 86. *ComCiência: Revista Eletrônica de Jornalismo Científico*, 2007. Disponível: <http://www.comciencia.br/comciencia/?section=8&tipo=dossie&edicao=23>

Uso de energia nos setores residencial e comercial da América Latina: fatores e perspectivas do uso em edifícios tendo o México como referência



M. Sc. Odón de Buen Rodríguez

Presidente de Energía Tecnología y Educación SC
México

- Engenheiro Mecânico Eletricista pela Universidade Nacional Autónoma do México com Mestrado em Energia e Recursos pela Universidade da Califórnia em Berkeley.
- Durante mais de sete anos foi Diretor Geral da Comissão Nacional para Economía de Energía (CONAE), onde promoveu o desenvolvimento e implantação de mais de uma dezena de normas de eficiência energética, programas em Petróleos Mexicanos, edifícios públicos e grandes empresas privadas, e a implantação do Horário de Verão no México.
- De 2003 aos dias atuais trabalha como consultor internacional e Presidente de Energía Tecnología y Educación apoiando, entre outros, ao Banco Interamericano de Desenvolvimento, ao Banco Mundial e a organismos da ONU.
- Editor de "El Reporte de la Transición Energética" (Informativo da Transição Energética), um boletim eletrônico em temas de economia de energia e energias renováveis.

Resumo

Neste documento se analisam os diversos fatores que exercem influência nas necessidades de energia utilizada nas residências e no setor de comércios e serviços urbanos na América Latina a partir de dados regionais e do México. Em função desses fatores, se perfilam algumas das ações que podem levar-se adiante para manter os níveis de serviços energéticos para uma população crescente em contextos urbanos e sem aumentar o consumo de energia.

Introdução

No contexto atual de preocupações com o abastecimento de energia, seu preço e impactos ambientais, é muito significativa a importância dos centros urbanos e dos edifícios que nele se localizam.

Ainda que ocupem menos que 1% da superfície do planeta, pela sua grande concentração populacional, seu maior nível de consumo de bens e serviços, sua atividade econômica e grandes necessidades de mobilidade, os centros urbanos concentram enormes consumos de todo tipo de energia e, portanto, são responsáveis pela maior parte de emissões de gases de efeito estufa, que contribuem para as mudanças climáticas [1].

A América Latina não está alheia a esse processo. Com diversos matizes e em diferentes tempos, a região se converteu, nas últimas décadas, de predominantemente rural em urbana: entre os anos 1950 e 2005, a porcentagem da população urbana na América Latina e no Caribe passou de 41,9% a 77,6%, e quatro das 24 megacidades do mundo (com mais de 8 milhões de habitantes) se encontram na região [2].

Esse crescimento se reflete nas necessidades futuras de energia da região. Segundo a Agência Internacional de Energia (AIE), se a tendência de crescimento atual continua, em 2030 a América Latina requererá 75% mais energia que em 2004 e a produção de eletricidade terá que expandir-se aproximadamente 50% nos próximos 10 anos [3].

Além de suas implicações econômicas e sociais, a urbanização contribui para modificações nas necessidades energéticas e nos usos finais de energia nos distintos países da região.

Em particular, e sem subestimar seus efeitos nos setores do transporte e da indústria, a integração da população ao meio urbano implica a utilização de tecnologias e combustíveis que não lhe eram acessíveis, seja por preço ou por disponibilidade no meio rural.

Dessa maneira, o que antes se fazia com lenha (cozimento, aquecimento de água) se faz agora com gás ou com eletricidade, o que aumenta sua demanda. Do mesmo modo, o que antes não era possível (como a refrigeração de alimentos ou o entretenimento com aparelhos que usam eletricidade) agora o é pelo acesso a novas formas de energia, o que contribui para um maior consumo, particularmente de eletricidade. Paralelamente, e somente nos casos em que a migração ocorre entre zonas com climas distintos, também se geram novos usos finais, em particular de ar condicionado e/ou calefação.

Tudo isso faz com que sejam cada vez mais importantes os usos de energia nos edifícios ou imóveis, entendidos estes como os espaços nos quais vivem as pessoas e nos quais elas desenvolvem muitas de suas atividades cotidianas. [4].

Uso de Energia na América Latina

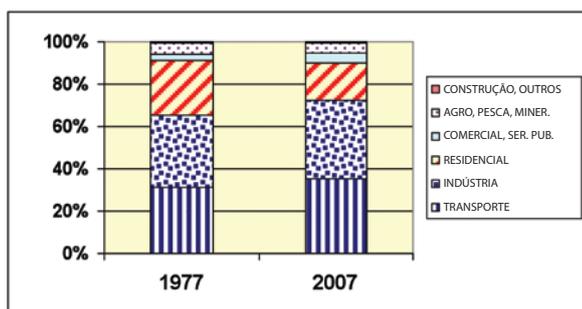
De acordo com a Organização Latino-Americana de Energia (OLADE), a América Latina consumiu em 2007 mais de 3,9 bilhões de barris equivalentes de petróleo (bep). Cerca de 80% desse consumo correspondeu a cinco países: Brasil (36%), México (20,5%), Argentina (9,9%), Venezuela (7,5%) e Colômbia (4,3%). Desse consumo, 62% provêm de derivados do petróleo [5].

Também em 2007, na América Latina se geraram 1.223.092 GWh de eletricidade, dos quais 64,9% provieram de usinas hidrelétricas, 27,5% de termelétricas, 3,4% de nucleares e 4,1% de usinas geotérmicas. Neste aspecto, destacam-se o Brasil e o México, os quais geraram 56% do total da região, como também por tipo de geração de energia, já que o Brasil gerou 54% do total de hidroeletricidade, enquanto o México produziu 44% do total de geração mediante usinas térmicas [5].

Por sua vez, o consumo de energia cresceu a uma taxa de 2,5% por ano entre 1997 e 2007, enquanto o crescimento econômico foi de 0,5% no mesmo período [5].

Em uma perspectiva de 30 anos (1977-2007), ressalta-se o fato de que o consumo total de energia dobrou, com um crescimento relativo maior dos setores de transporte e indústria, os quais representaram 72,5% da demanda de energia em 2007 (Fig. 1).

Figura 1 Porcentagens de consumo final de energia por setores na América Latina, 1977-2007



Fonte: OLADE [5]

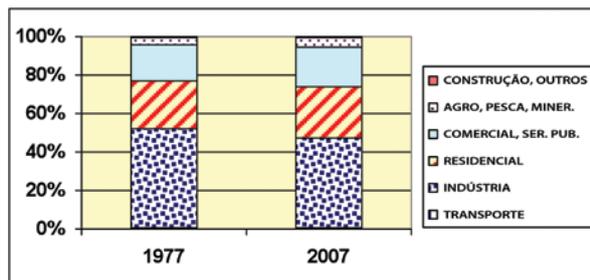
A Importância dos Setores Residencial, Comercial e de Serviços

Ao revisar o consumo de eletricidade, constata-se

a importância dos setores residencial, comercial e de serviços como consumidores importantes de energia.

Além do consumo de eletricidade na região ter crescido mais de quatro vezes nesses trinta anos (o dobro do crescimento que o consumo total final de energia), esse crescimento foi tendo um peso cada vez maior nos setores residencial e comercial e de serviços, que chegam a significar cerca de 50% do consumo total de energia elétrica em 2007 (Fig. 2).

Figura 2 Porcentagens de consumo final de eletricidade por setores na América Latina, 1977-2007



Fonte: OLADE [5]

Contudo, essa crescente importância não se reflete necessariamente em uma suficiente atenção aos setores residencial e comercial e de serviços quanto a políticas de economia e uso eficiente de energia, talvez pela maior importância líquida que têm os setores de transporte e indústria nos balanços energéticos nacionais.

Pela mesma razão, existe até agora uma muito limitada disponibilidade de informação desagregada sobre esses setores e, em alguns casos, eles são contabilizados em outros setores. É o caso do México, onde os edifícios maiores estão classificados e contabilizados energeticamente como indústria, minimizando significativamente sua importância [6].¹

Isso ocasiona maiores dificuldades de análise e sérias limitações na avaliação de alternativas (no âmbito regional e nacional) para um uso mais racional e/ou eficiente da energia nos setores residencial e comercial, o que, entretanto, não diminui a importância dos mesmos.

Além de seu peso crescente no consumo de eletricidade, o setor residencial é particularmente importante por razões sociais, e porque em muitos países da região parte importante da demanda elétrica residencial coincide com os picos de demanda do setor.

Por sua vez, a importância do setor comercial como consumidor de energia radica, se nos fixamos às tendências de "terceirização" da economia que se apresentam no mundo desenvolvido, em seu alto potencial de crescimento.

¹ Esta subestimativa parece originar-se do fato de que a Comissão Federal de Eletricidade (CFE) classifica como "comercial" somente os usuários nas tarifas 2, 3 e 7, que correspondem a serviços que se entregam no âmbito da distribuição, ou seja, em baixa tensão. De acordo com as estimativas que se descrevem neste documento, se estabelece que o consumo das instalações do setor é possivelmente três vezes maior ao que a CFE define como "comercial".

Os Fatores que Determinam o Crescimento do Consumo de Energia dos Setores Residencial, Comercial e de Serviços

Além da urbanização, outros fatores também influenciam a evolução do consumo de energia dos setores residencial, comercial e de serviços, como a seguir se descreve.

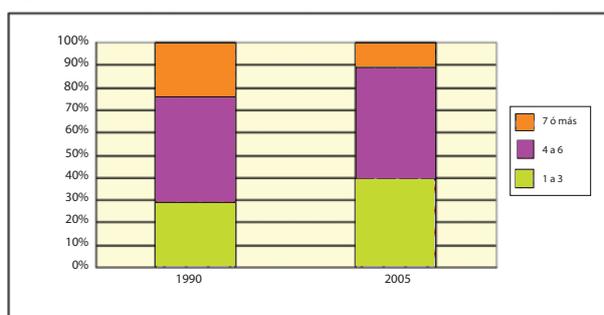
Crescimento populacional

A população da América Latina, que chegou a pouco mais de 560 milhões de pessoas em 2005, vem aumentando a taxas decrescentes, mas com índices acima das médias mundiais, o que se reflete em tendências de crescimento importantes na demanda de energia do setor residencial. Enquanto em 2000 a taxa de crescimento da população mundial foi de 1,25% anual, para a região foi de 1,8% [7] [8].

Tamanho da unidade familiar (pessoas por moradia)

Na América Latina, os costumes sociais e a situação econômica da maioria da população ocasionam unidades familiares numerosas, o que implica maiores consumos por residência, mas menores per capita. Entretanto, essa situação tende a mudar com a urbanização e com a ampliação dos programas de moradia. Como exemplo, no México o número de habitantes por residência tende a diminuir, o que se reflete na crescente proporção de residências com menos de quatro habitantes, com o consequente decréscimo das residências com mais de sete ocupantes (Fig. 3).

Figura 3 - Porcentagens de ocupantes por moradia, México (1990 e 2005)



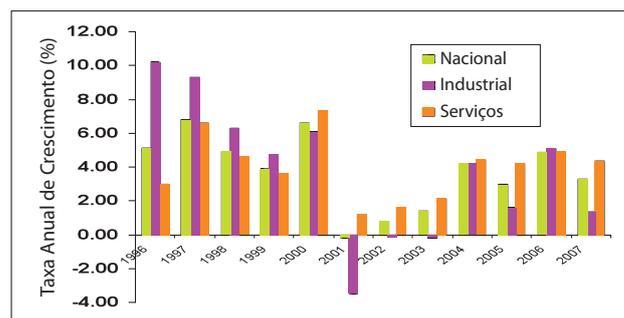
Fonte: INEGI [9, 10]

Essas mudanças, inevitavelmente, propulsarão os requerimentos de serviços de energia no setor residencial da região, com seus consequentes impactos na necessidade de recursos [11].

Terceirização da economia

De acordo com estatísticas econômicas nacionais, o setor terciário (ou de serviços e que funciona em imóveis) demonstra uma crescente importância. No México, o Produto Interno Bruto (PIB) do setor de serviços cresceu mais que o industrial e o de toda a economia desde o ano 2000 (Fig. 4) [12].

Figura 4. Crescimentos anuais do PIB total, industrial e de serviços do México, 1998 a 2007



Fonte: INEGI [13]

Isso se refletiu no crescente número de imóveis novos utilizados para serviços de hotelaria, hospitais, escolas, escritórios e supermercados, entre outros.

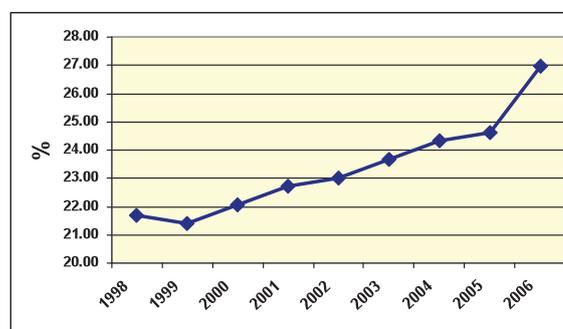
Tecnologia

A tecnologia, entendida neste caso como os equipamentos e sistemas que se utilizam para proporcionar serviços de energia, tem um papel determinante nos níveis e intensidades de consumo de energia e na eleição da fonte que a abasteça no setor residencial.

Sendo assim, o cozimento que antes se realizava com lenha em um fogão, hoje em dia se faz com estufas que usam gás LP ou eletricidade. Por sua vez, usos finais da energia que não se tinham, como a refrigeração para conservação de alimentos ou o condicionamento térmico de espaços, se leva a cabo agora com base em um uso crescente de eletricidade.

Por exemplo, no México é crescente o uso do ar condicionado, o qual passou de representar pouco mais de 21% do consumo total de eletricidade do setor para cerca de 27% em quase dez anos (Fig. 5).

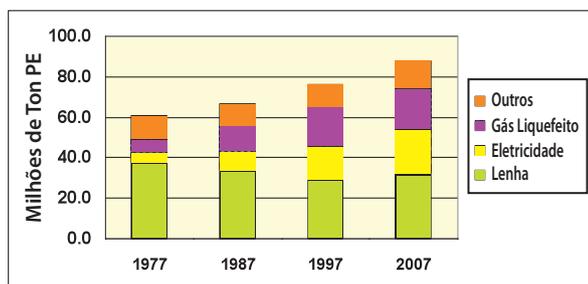
Figura 5. Porcentagem estimada de eletricidade utilizada para condicionamento de ar no setor residencial do México.



Fonte: Estimativas do autor a partir de dados da CFE (www.cfe.gob.mx)

Na América Latina, isso se manifesta claramente nas modificações que teve a demanda de fontes de energia no setor residencial, onde cresceram os consumos de eletricidade e gás liquefeito, e diminuíram os de lenha (Fig. 6).

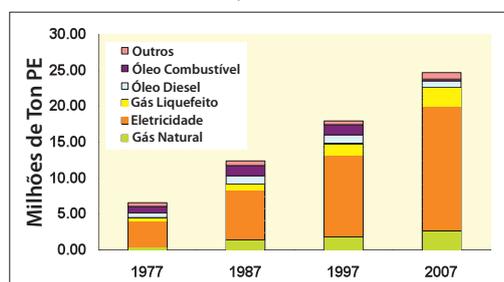
Figura 6. Evolução do consumo de energia por tipo de energético no setor residencial da América Latina, 1977-2007.



Fonte: OLADE [5]

Igualmente, no setor de comércio e serviços, o crescimento do consumo de eletricidade foi muito significativo (Fig. 7).

Figura 7. Evolução do consumo de energia por tipo de fonte de energia no setor de comércio e serviços da América Latina, 1977-2007



Fonte: OLADE [5]

Esse crescimento, entretanto, não parece transitar pelo caminho da eficiência energética, já que na aquisição de equipamentos, o preço destes determina - talvez mais que o preço dos energéticos - as condições dos aparelhos que os usuários decidem comprar. Na maioria dos casos - e a falta de condições para o financiamento de equipamentos novos ou de alta eficiência energética - as pessoas se dirigem à compra de equipamentos de segunda mão [14].

Clima

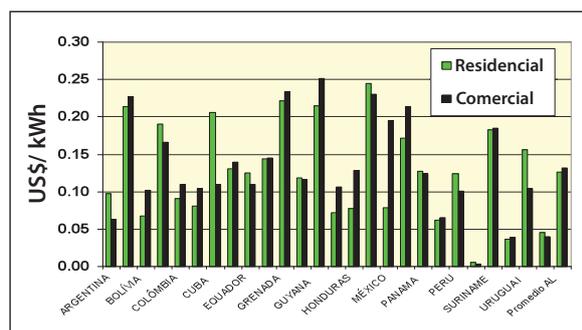
O clima é um fator determinante quanto ao consumo de energia do setor residencial, já que influi na necessidade de energia para ar condicionado e/ou calefação e sua intensidade de uso, além de outros usos finais, como a refrigeração e o aquecimento de água. Na América Latina, predominam os climas temperados e cálidos, razão pela qual a calefação de residências somente é relevante nas regiões mais longínquas do Equador [15].

No caso do México, os novos centros de atividade econômica se localizam particularmente em regiões de clima quente (no norte do país e no litoral), onde são maiores os requerimentos energéticos para cumprir com as necessidades de conforto térmico dos habitantes, o que se converte em um fator muito importante no aumento da demanda de eletricidade [12].

Preços dos energéticos

Os preços médios da eletricidade para os setores residencial e comercial variam muito de país a país na América Latina. Enquanto na Venezuela o kWh tem um custo muito baixo para os dois setores (menor que US\$0,01) em países do Caribe como Jamaica, Barbados, Granada e Guiana, o preço supera os US\$0,15 (Fig. 8).

Figura 8. Preços da eletricidade para os setores residencial e comercial na América Latina, 2007.



Fonte: <http://www.eclac.org/estadisticas/bases>

Esse diferencial de preços se explica fundamentalmente pela matriz energética dos países e pelas políticas de subsídios. Sendo assim, enquanto as nações com um maior componente de energia hidráulica têm menores custos, os que mais dependem de combustíveis fósseis tendem a fixar os maiores preços. Entretanto, países petrolíferos como a Venezuela e o México outorgam altos níveis de subsídio à eletricidade para os usuários residenciais [16].

Materiais construtivos

Para regiões onde o clima é extremo, os materiais e os desenhos para a construção da moradia são fundamentais na definição da intensidade energética das edificações - seja para uso residencial ou para uso comercial e de serviços, já que estes são determinantes, além do próprio clima, nas dimensões dos equipamentos que se utilizam para acondicionar os espaços.

Na América Latina, infelizmente, tem predominado a tendência a usar materiais que não estão de acordo com os climas locais, o que tem ocasionado altos consumos em certas regiões. Isso em grande parte se deve a que para a maioria dos construtores de imóveis o parâmetro central é o custo da obra, o qual se busca que seja o mínimo possível. Nesse caso, o uso de novos materiais pode implicar um maior custo, não só pelos próprios materiais, mas também pela amortização dos equipamentos utilizados na construção, os quais são significativos na produção em série [17].

Práticas de desenho

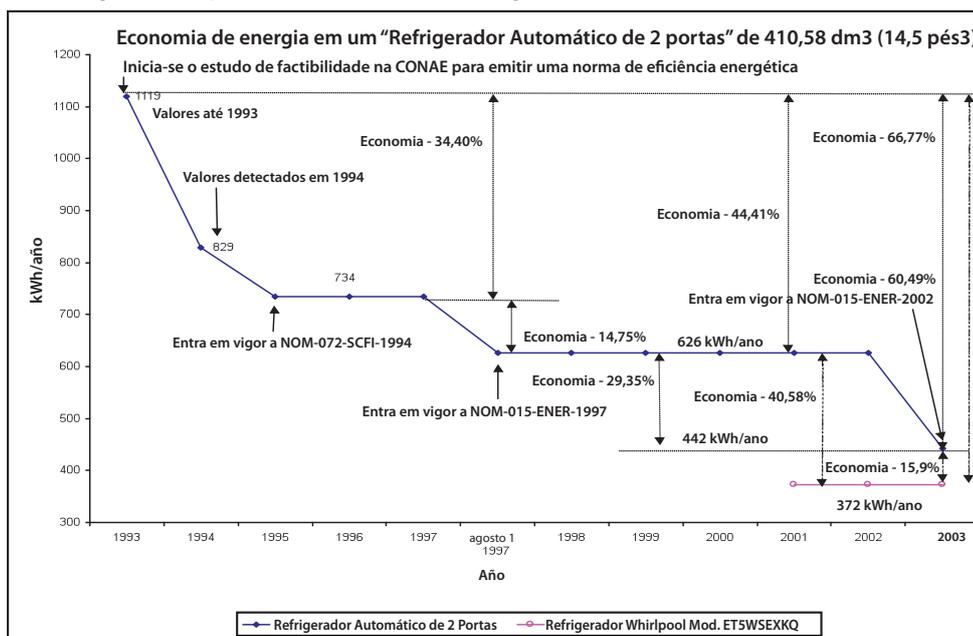
As práticas de desenho determinam (além de outros fatores que aqui mencionamos, como a tecnologia disponível e os materiais no mercado) a intensidade energética dos edifícios. Sendo assim, certas práticas que parecem predominar na construção moderna na América Latina, como as que favorecem o uso da iluminação e ventilação artificial sobre a natural, só elevam a necessidade do uso de energia, em particular, de eletricidade.

Práticas de operação e manutenção

Em geral, o custo inicial de edificação de um imóvel representa de 20 a 30 por cento dos custos totais durante seu ciclo de vida útil, o que destaca a necessidade de considerar não só o custo inicial do edifício, mas também o de sua operação ano a ano [17].

Portanto, as práticas de operação e manutenção são um fator muito importante no consumo de energia. A operação e manutenção inadequadas de edifícios podem reduzir e até eliminar as eficiências ganhadas por um bom desenho com equipamentos eficientes.

Figura 9. Evolução do consumo unitário de um refrigerador mediano (14.5 ft3) novo (1993 a 2003)..



Fonte: CONAE

Normas de eficiência energética

A existência e aplicação de normas, regulamentações técnicas e/ou etiquetas de eficiência energética para equipamentos que utilizam energia é fundamental para reduzir o consumo de energia em imóveis, já que sua aplicação pode influir nas necessidades dos edifícios que os usarão durante mais de uma década [18].

Em alguns países da região, como México, Brasil, Colômbia, Costa Rica e Chile, já existem sistemas de normalização e/ou etiquetagem de equipamentos. No México, por exemplo, os equipamentos de refrigeração de uso doméstico que entram no mercado vem reduzindo significativamente seu consumo unitário de eletricidade. Como exemplo se tem a evolução de um refrigerador mediano (de 15 pés cúbicos) que passou de um consumo unitário anual de mais de 1.100 kWh em 1993 para cerca de 450 kWh em 2003 (Fig. 9).

Entretanto, na maioria dos países da América Latina é ainda incipiente a normalização para a eficiência energética, devido a que existem dificuldades estruturais e econômicas para estabelecer esses sistemas de maneira completa. Em particular, o tamanho relativamente pequeno dos mercados dos equipamentos, a grande variedade dos mesmos e o alto custo das provas e dos sistemas de certificação, são fatores que limitam sua generalização.

Códigos de construção

A normatividade energética dentro de códigos de construção constitui uma importante ferramenta de regulação das intensidades de consumo de energia em imóveis, sobretudo porque põe limites às tendências construtivas que não tomam em conta suas implicações quanto ao consumo de energia e propulsiona às melhores práticas de desenho, de aplicação de materiais e de uso de equipamentos de alta eficiência energética.

Entretanto, na América Latina, a existência de códigos de construção que se integram plenamente à economia e uso eficiente de energia é pouco comum; inclusive, em países como o México onde existe uma norma nacional para edifícios não residenciais, esta praticamente não se aplica, já que depende das municipalidades para sua aplicação e estas não a integraram aos seus regulamentos de construção.²

Perspectivas

É evidente que os fenômenos da urbanização, o crescimento populacional, o número decrescente de habitantes por moradia e os relativos ao clima não são fatores que se possam controlar e sua evolução só conduz, na prática, a cenários de crescimento da demanda de energia.

Entretanto, os fatores que são determinados por políticas públicas podem contribuir a manter ou reduzir os consumos de energia, que serão requeridos para aumentar a crescente necessidade de serviços energéticos.

Sendo assim, pode-se indicar um conjunto de instrumentos de política pública que permite regular, a médios e longos prazos, o crescimento da intensidade energética dos setores referidos:

- subsídios aos energéticos;
- normas e/ou regulamentos técnicos de eficiência energética;
- códigos de construção;
- certificados de sustentabilidade de edifícios;
- programas com financiamento para a reposição de equipamentos;
- capacitação em melhores práticas de desenho e ope-

² Existem referências de um número menor a cinco municipalidades (de mais de 2.200 que existem no México) que incorporaram a norma nacional.

- ração e manutenção de imóveis; e
- impostos e tarifas alfandegárias reduzidos que promovem a fabricação e/ou importação de materiais, equipamentos e/ou sistemas com maior eficiência energética.

O impacto dessas políticas pode ser significativo. Uma pesquisa do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) indica que a América Latina e o Caribe em seu conjunto podem reduzir o consumo de eletricidade em 10% durante a próxima década investindo em tecnologias e equipamentos que hoje se encontram amplamente disponíveis. Alcançar esse objetivo custaria aproximadamente 17 milhões de dólares, o que reduziria o consumo total de energia antecipado para o ano de 2018 em cerca de 143.000 GWh [3].

Nessa perspectiva, o conceito de edificação sustentável tem um valor crescente no desenvolvimento dos espaços construídos da América Latina.

A edificação sustentável integra uma ampla gama de práticas de desenho, construção, operação e manutenção imobiliária para oferecer ambientes habitacionais e laborais mais saudáveis, assim como minimizar os impactos ambientais.

Os elementos da edificação sustentável incluem: atenção à orientação e desenho dos imóveis; maior uso de ar fresco e luz natural; aproveitamento da energia solar para aquecimento de ar e água; uso de tecnologias de iluminação e ar condicionado de alta eficiência, mas também de materiais e componentes de envolventes [12].

Por sua vez, o conceito da edificação sustentável vai mais além dos edifícios no âmbito individual ao formar parte de programas gerais de urbanização associados à infra-estrutura urbana sustentável para transporte, serviços de gás e energia elétrica, água potável, eliminação e reciclagem de águas residuais, e manejo de água de chuva e águas residuais e redes de esgoto [17].

Conclusões

É crescente a importância dos setores residencial, comercial e de serviços como usuários de energia, em particular de energia elétrica. Esse crescimento se vê e seguirá sendo visto refletido em maiores usos de energia para iluminação, condicionamento de espaços, entretenimento e higiene, entre outros.

Entretanto, além de existir um escasso conhecimento sobre os detalhes do consumo de energia e das tendências específicas dos fatores de desenho, equipamento e operação dos imóveis, assim como sobre os elementos tecnológicos que os compõem, a carência de políticas públicas específicas (como as normas de eficiência energética e os códigos de construção que integram aspectos de eficiência energética) e, por outro lado, a existência de políticas econômicas (como os subsídios) que fomentam o desperdício, só perfilam, na prática, uma demanda crescente - e não necessariamente eficiente - de energia.

Portanto, é necessário que se adotem e se difundam nos países da América Latina - e quanto antes melhor - instrumentos de política pública como: preços reais dos energéticos; normas de eficiência energética; códigos de construção que integrem com rigor elementos de eficiência energética; sistemas de certificação da sustentabilidade de edifícios; capacitação em me-

lhores práticas de desenho e operação e manutenção de imóveis; incentivos fiscais ou tarifas alfandegárias baixas para a fabricação e/ou importação de materiais, equipamentos e/ou sistemas com maior eficiência energética.

Só assim a região poderá enfrentar os desafios crescentes que implicarão a inevitável subida dos preços dos combustíveis fósseis e do combate global às mudanças climáticas.

Referências

1. SMA-GDF, Programa de Acción Climática de la Ciudad de México, S.d.M.A.d.D. Federal, Editor. 2008, Secretaria de Medio Ambiente del Distrito Federal: México DF, p. 170.
2. F. Quesada. Imaginarios urbanos, espacio público y ciudad en América Latina. 2006 [cited 15 de Julio de 2009]; Número 8 - abril-junio 2006; [Available from: <http://www.oei.es/pensariberoamerica/ric08a03.htm>].
3. BID, Cómo ahorrar US\$36.000 millones en electricidad (sin apagar las luces). UN mapa de la PRODUCTIVIDAD ENERGÉTICA EN LAS AMÉRICAS. 2008, Banco Interamericano de Desarrollo, p. 104.
4. IPCC, Institutional Efforts for Green Building in the United States and Canada, "Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change", O.R.D. B. Metz, P.R. Bosch, R. Dave y L.A. Meyer, Editor. 2007.
5. OLADE. Sistema de Información Energética. 2009 [cited 2009 15 de julio]; Available from: <http://www.olade.org.ec/>.
6. O de Buen, LA IMPORTANCIA DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN INMUEBLES NO RESIDENCIALES EN MÉXICO Y SU EVIDENTE SUBESTIMACIÓN EN LAS ESTADÍSTICAS NACIONALES., in El Reporte de la Transición Energética. 2006, O. de Buen.; Mexico DF.
7. US Census Bureau. Total Midyear Population for the World: 1950-2050., 2009 [cited 2009 20 de Julio]; Available from: <http://www.census.gov/ipc/www/idb/worldpop.php>.
8. CELADE/CEPAL. Indicadores de crecimiento de la población. 2009 [cited 2009 20 de Julio]; Available from: <http://celade.cepal.cl/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=ELCAIRO&MAIN=WebServerMain.inl>.
9. INEGI. Censo general de población y vivienda 1990 2009 [cited 2009 2 de Agosto]; Available from: <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=est&c=10202>.
10. INEGI. Censo de población y vivienda 2005 2009 [cited 2009 2 de Agosto]; Available from: <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=est&c=10202>.
11. Science Blog. Researchers Tie Worldwide Biodiversity Threats to Growth in Households. 2009 [cited 2009 20 de julio]; Available from: http://www.scienceblog.com/cms/researchers_tie_worldwide_biodiversity_threats_to_growth_in_households.
12. AEAE, Ahorro de Energía en la Edificación en México. 2008, Asociación de Empresas para el Ahorro de Energía en la Edificación: México DF, p. 20.
13. INEGI. Producto Interno Bruto Trimestral. 2008 [cited 24 de agosto de 2008]; Available from: <http://dgcnesyp.inegi.org.mx/cgi-win/bdcietsi.exe/NIVA050010004000700230#ARBOL>.
14. O. de Buen and J. González. Energy Efficiency in the Northern Border States: Cooling Device Replacement. [cited]; Available from: <http://www.scerp.org/pubs/m7c6.pdf>.
15. Ketoff, A. and O. Masera, Demanda de Electricidad Residencial en América Latina: Análisis Comparativo de Nueve Países, in Primer Encuentro Sobre Energía y Medio Ambiente en el Sector Residencial Mexicano, J. Quintanilla, Editor. 1991, Programa Universitario de Energía: México DF.
16. SENER, Prospectiva del sector eléctrico 2008-2017, Dirección General de Planeación Energética, Editor. 2008: Mexico DF, p. 230.
17. CCA, LA EDIFICACIÓN SUSTENTABLE EN AMÉRICA DEL NORTE: Oportunidades y Retos., C.p.l.C. Ambiental, Editor. 2008, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canada, p. 80.
18. Stephen Wiel and James E. McMahon, NORMAS Y ETIQUETAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA: UNA GUÍA PARA ELECTRODOMÉSTICOS, EQUIPO, E ILUMINACIÓN. 2003, Collaborative Labeling and Appliance Standards Program: Washington DC.

Av. Mariscal Antonio José
de Sucre N58-63 y Fernández Salvador,
Edificio OLADE, Sector San Carlos.
Casilla 17-116413, Quito - Ecuador
Telf.: (593-2) 2598 122 / 2531 674
Fax: (593-2) 2531 691
olade@olade.org
www.olade.org

Países Membros da OLADE

Argentina	Costa Rica	Guatemala	Nicaragua	Uruguai
Barbados	Cuba	Guiana	Panamá	Venezuela
Bolivia	República Dominicana	Haití	Paraguai	
Brasil	Equador	Honduras	Peru	
Chile	El Salvador	Jamaica	Suriname	
Colômbia	Grenada	México	Trinidad & Tobago	