

científico nacional (era possível marcar mais de uma opção) foram a medicina, com 52% dos votos, o investimento em energias alternativas (37% dos votos) e a agricultura (27% dos votos). Mudanças climáticas e exploração dos recursos da Amazônia aparecem logo em seguida.

Um ponto que chamou a atenção dos pesquisadores foi a piora na avaliação dos brasileiros sobre a ciência no país: apenas 12% consideram a ciência nacional avançada, enquanto 43% dos entrevistados a classificam como atrasada. Estes índices são piores do que os das enquetes anteriores. Na enquete de 2010, 20% consideravam a ciência avançada e 28% atrasada.

Yurij Castelfranchi, professor da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e um dos organizadores do estudo, aponta duas razões para isso: “De um lado, é óbvio que a maioria dos brasileiros percebeu claramente o impacto dos cortes no orçamento da educação, das universidades e da pesquisa, que foi se agravando desde meados do governo Dilma. De outro lado, esses indicadores (avaliação da qualidade do funcionamento de uma instituição, grau de confiança em políticos e atores institucionais) não dependem tanto do conhecimento sobre o assunto,

mas, principalmente, refletem a insatisfação e a desconfiança das pessoas em geral”, avalia.

**USOS DO ESTUDO** O estudo contém dados importantes para todos que trabalham com a produção e a divulgação de conhecimento científico no país, como aponta Moreira. Segundo ele, “a comunicação pública da ciência envolve a interação entre quem faz ciência e o público, por isso todas as pessoas que trabalham com comunicação científica - em museus de ciência, pesquisadores da área, divulgadores, jornalistas de ciência - poderiam se beneficiar dessa publicação”. O pesquisador elege ainda professores de ciência, pesquisadores de modo geral e formuladores de políticas públicas como público-alvo do livro. Castelfranchi concorda, sugerindo que uma parceria com o Ministério da Educação (MEC), o MCTIC e outras instituições científicas seria importante “de um lado, para elaborar pesquisas em conjunto que incluam mais variáveis que auxiliem a avaliação do impacto de práticas ou políticas de divulgação. De outro, para mostrarmos as implicações práticas de nossos dados, que são muitas e podem contribuir para inovar as políticas de inclusão e a divulgação científica”, finaliza.

Raphaella Velho

## MEIO AMBIENTE

### Aproveitamento de resíduos do setor sucroalcooleiro desafia empresas e pesquisadores

O setor sucroalcooleiro é um dos segmentos mais importantes da economia brasileira. Segundo dados da União da Indústria de Cana-de-Açúcar (Unica), o Brasil é o maior produtor mundial de cana de açúcar, com cerca de 630 milhões de toneladas processadas na safra 2014/2015, gerando uma riqueza equivalente a US\$ 43 bilhões, cerca de 2% do PIB brasileiro. Apenas no setor produtivo, são 900 mil empregos formais diretos e outros 70 mil produtores rurais independentes. No entanto, paralelamente à geração de riquezas e empregos, o setor é responsável por impactos ambientais importantes, pelo uso intensivo de recursos naturais e pela produção de grandes quantidades de resíduos. Nos 108.706,47 km<sup>2</sup> com cana plantada no Brasil em 2015 (safra 2015/2016), equivalente a quase cinco vezes a área do estado de Sergipe, foram produzidos mais de 30 bilhões de litros de álcool e 34 milhões de toneladas de açúcar. Em contrapartida, foram gerados de 10 a 14 litros de vinhaça para cada litro



Foto: Fabrício Mazocco/ UFSCar



Almir Sales (de branco) e seu aluno Fernando de Almeida, na UFSCar

de álcool produzido, dependendo das condições tecnológicas da destilaria; 280 kg de palha e de bagaço por tonelada de colmo de cana colhida; e de 30 a 40 kg de torta de filtro por tonelada de cana moída, entre outros resíduos como cinzas, águas de lavagem e melaço.

**ELETRICIDADE A PARTIR DE VINHAÇA** A vinhaça, que algumas vezes ainda é lançada em cursos d'água causando poluição, é comumente utilizada como fertilizante na cultura de cana-de-açúcar, por ser rica em matéria orgânica e potássio. Mas quando aplicada em excesso, dado o elevado volume produzido, acarreta sérios impactos no solo. Uma alternativa é transformar a matéria orgânica presente na vinhaça em biogás, por meio de uma cultura de microrganismos. Após tratamento adequado, esse biogás composto principalmen-

te por metano pode gerar energia elétrica ao movimentar a turbina de um gerador. E mais, a vinhaça biodigerida, que contém menos matéria orgânica, ainda pode ser usada como fertilizante, minimizando o impacto ambiental do resíduo.

O engenheiro químico Marcelo Zaiat, professor da Universidade de São Paulo (USP), campus São Carlos, afirma que o processo de transformação da vinhaça em bioenergia já está bem estudado em escala de laboratório: “O aproveitamento da vinhaça na produção de energia aumentaria a eficiência econômica de usinas e evitaria o lançamento sistemático desse resíduo no ambiente, ampliando a sustentabilidade do setor”. Zaiat desenvolve pesquisas sobre o processo anaeróbio em reatores que transformam a matéria orgânica da vinhaça em hidrogênio e metano. Em artigo de 2017, publicado no *Applied Energy* (vol. 189), ele e mais seis colaboradores apontam que o potencial energético da tecnologia de extração de gases da vinhaça permite a geração de 181,5 megajoules de energia por metro cúbico de vinhaça. Entretanto, a recuperação de bioenergia na produção de etanol ainda é pouco usada em usinas sucroalcooleiras e o número de reatores anaeróbios em escala plena para geração de biogás e energia é inexpressivo. Segundo Felipe Colturato, engenheiro ambiental da Methanum Resíduos e Energia, empresa que

desenvolve soluções que associem o tratamento de efluentes e resíduos orgânicos à geração de energia, com sede em Belo Horizonte (MG), existem vários entraves para produção de biogás nas muitas usinas sucroalcooleiras do país: “Há um enorme potencial na vinhaça, mas não é fácil metanizar”. Metanização é o nome dado ao processo de digestão anaeróbia de resíduos orgânicos. Dentre as barreiras, Colturato cita a produção sazonal da cana; a concentração de antibióticos largamente utilizados na etapa de fermentação; a alta variabilidade na concentração de matéria orgânica na vinhaça, que varia de acordo com o tipo de produto (caldo, caldo misto, melaço) utilizado na fabricação do etanol; o baixo pH, devido principalmente à formação de sulfato; e a alta concentração no biogás de sulfeto de hidrogênio ( $H_2S$ ), um gás muito tóxico com odor bastante desagradável. Mesmo assim, o engenheiro se mostra otimista: “embora algumas iniciativas não tenham tido êxito, dado o preço da energia e a possibilidade de utilizar o biometano, há uma corrida para implantação de usinas de biogás”.

A Usina Monte Alegre operou, em parceria com a Methanum, uma planta em escala piloto por cinco safras consecutivas, o que propiciou a ampliação para uma planta industrial de 1,4MW, em Ivinhema (MS). No

Foto: Mayke Toscano



Aproveitamento da vinhaça ainda representa um desafio tecnológico

## PESQUISAS ENCONTRAM NOVOS USOS PARA A CASCA DO COCO

A cana-de-açúcar é apenas um dos produtos agrícolas cujos resíduos podem ser reaproveitados, ampliando a viabilidade econômica de culturas agrícolas e minimizando impactos ambientais. Pesquisas brasileiras estão permitindo aproveitar a casca do coco na produção de fibras vegetais que podem ser usadas na fabricação de estofados de automóveis, móveis, vasos de xaxim, além de possibilitar a produção de um tipo de pó que ajuda no desenvolvimento de plantas cultivadas em vasos e servir de cobertura para a proteção do solo. As cascas, quando jogadas sem tratamento em aterros sanitários ou lixões, levam em média dez anos para serem decompostas, servem de abrigo para ratos e favorecem a reprodução de insetos, como o *Aedes aegypti*. Para cada 300 ml de água de coco consumidos, são gerados cerca de um quilo e meio de casca de coco. O Brasil tem um potencial de produção de 804 mil toneladas de casca que, após processamento, resultariam em mais de 240 mil toneladas de fibra e mais de 560 mil toneladas de pó.

interior de São Paulo, as usinas São Martinho, em Pradópolis, e Iracema, em Iracemópolis, utilizam biogás, a primeira para secagem de levedura. Na segunda foi instalado um reator pela empresa holandesa Paques que funciona ainda em escala piloto.

A Usina da Pedra, em Serrana (SP), também possui um sistema piloto. O projeto é da BioProj Tecnologia Ambiental Ltda., empresa de São Carlos (SP) que desenvolve tecnologias para tratamento de águas residuárias e é apoiado pelo Programa Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Pipe/Fapesp). De acordo com a engenheira química da empresa, Valéria Del Nery, os testes preliminares foram bem-sucedidos, permitindo que as atividades fossem iniciadas em maio deste ano. Ela concorda com Colturato em relação aos desafios para o uso eficiente de reatores anaeróbios de grande porte e acrescenta: “apesar do número de trabalhos científicos sobre a geração de energia a partir da vinhaça ter aumentado significativamente nos últimos anos em escala laboratorial, ainda há muito para ser entendido sobre a estabilidade do processo anaeróbio da degradação da vinhaça em reatores de alta taxa em grandes escalas”.

**QUASE NADA SE PERDE** Grande parte dos resíduos gerados no cultivo da cana e na produção de açúcar e de álcool é reutilizada no processo pro-

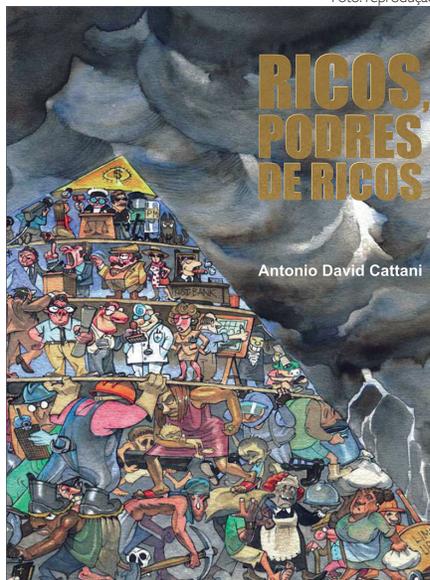


duto. Destaque especial cabe ao bagaço gerado na moagem da cana que vem sendo totalmente reaproveitado para cogeração de energia, como biocombustível, na produção de papel e na indústria de cosméticos. Estima-se que 90% de todo o bagaço gerado no Brasil é queimado em caldeiras para a geração de energia. Mas, nessa queima, forma-se outro subproduto, as cinzas residuais, numa proporção estimada em 25 kg de cinzas para cada tonelada de bagaço queimado.

Bagaço e cinzas também podem ser usados na construção civil, outro setor que gera grandes volumes de resíduos. Em artigo de 2016, na revista *Construction and Building Materials* (vol. 113), o engenheiro civil Almir Sales, professor da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), e mais quatro colaboradores constataram que o concreto produzido com resíduos de construção e areia de cinzas de bagaço de cana-de-açúcar apresentou 93% da resistência à compressão do concreto de referência, produzido sem resíduos. Considerando que a mineração de areia é uma atividade de alto impacto ambiental, esse trabalho abre importantes perspectivas, ao mostrar que é possível substituir até 50% da areia convencional retirada da natureza pela cinza de bagaço de cana.

*Leonor Assad*

Foto: reprodução



## RESENHA/SOCIOLOGIA

### Desmistificando a riqueza

Em tempos de operação Lava Jato, e de outros tantos escândalos envolvendo políticos e empresários, é bastante oportuna a publicação do livro *Ricos, podres de ricos*, do sociólogo Antonio David Cattani, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Destinado ao grande público, o texto foi publicado pelas editoras Marcavizual e Tomo Editorial. Um dos méritos do livro é adotar uma linguagem simples para tratar de um fenômeno social sobre o qual a literatura nacional ainda é escassa: a concentração

da riqueza. “Nunca na história da humanidade foi possível gerar tanta riqueza como nas últimas quatro ou cinco décadas. Nunca na história da humanidade a riqueza foi apropriada por tão poucos”, afirma o autor. Em pouco mais de 50 páginas, Cattani busca apontar os aspectos mais relevantes da concentração de renda e suas consequências nas vidas de pessoas comuns: “quanto maiores forem as diferenças entre os ricos e os outros, maior será a violência, a incidência de problemas físicos e mentais, o número de crimes e comportamentos incivilizados. O aumento desmedido na concentração de renda favorece os preconceitos e a discriminação, além de estar diretamente envolvido com a desagregação social. Por fim, debilita a democracia e a eficiência econômica”, diz.

**DE ONDE VEM O DINHEIRO** Na primeira parte do livro, Cattani discute a importância de qualificar as grandes fortunas. Isso significa identificar os muito ricos e a origem de suas fortunas, um grande desafio diante de vários subterfúgios utilizados para ocultar renda, patrimônio e capital. A subestimação da riqueza ocorre, por exemplo, quando magnatas têm suas