

Aspectos Socioambientais da Produção de Aguardente e de Álcool no Noroeste-Missões do Rio Grande do Sul

Sérgio Inácio Jung¹
Sandra Beatriz Vicenci Fernandes²
Leonir Terezinha Uhde³

Resumo

A produção de aguardente e de álcool hidratado na Região Noroeste-Missões do Rio Grande do Sul é responsável pela dispersão de efluentes líquidos, representados pela vinhaça e sólidos oriundos do bagaço da cana, além das cinzas resultantes de sua combustão para geração de energia térmica, tanto em uma usina quanto em destilarias. O objetivo deste trabalho é caracterizar a gestão dos resíduos resultantes da produção semiartesanal de aguardente e industrial de álcool, identificando os riscos ambientais potenciais decorrentes das etapas dos processos produtivos; discute também a gama de alternativas de gestão destes resíduos pelos estabelecimentos produtores da Região Noroeste-Missões do Rio Grande do Sul, em conformidade com os requisitos legais. O estudo caracteriza-se como pesquisa de caráter exploratório, aplicada e descritiva, envolvendo pesquisa de campo, documental e bibliográfica. Os potenciais impactos foram acessados por entrevista com os responsáveis por destilarias e uma usina, em 24 municípios da região. O trabalho descreve as características da região produtora de cana-de-açúcar, as principais etapas do processo produtivo de aguardente e de álcool combustível e os potenciais impactos ambientais. A vinhaça representa o maior potencial de gerar danos ambientais e, também, uma grande possibilidade de atenuação, pelo emprego como biofertilizante. O mesmo ocorre com a utilização de resíduos sólidos, tanto bagaço e cinzas quanto matérias-primas alternativas em diversos processos, em curso nas destilarias da região. Conclui-se que há um conjunto de possibilidades viáveis para o uso da vinhaça e do bagaço da cana-de-açúcar que podem representar a atenuação de impactos ambientais, inclusive capazes de gerar ganhos ambientais de grande relevância e atender os pressupostos da sustentabilidade ambiental.

Palavras-chave: Externalidades. Gestão de resíduos de cana. Impactos ambientais. Vinhaça.

¹ Mestre em Desenvolvimento pela Unijuí. Professor da Faculdade de Direito de Santo Ângelo-RS. sjung@sol.psi.br

² Doutora em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professora do Departamento de Estudos Agrários da Unijuí. sandravf@unijuí.edu.br

³ Doutora em Ciências do Solo pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Professora do Departamento de Estudos Agrários da Unijuí. Ituhde@gmail.com

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE PRODUCTION OF ALCOHOL AND SUGAR CANE BRANDY IN THE NORTHWEST-MISSÕES REGION OF RIO GRANDE DO SUL

Abstract

The alcohol and sugar cane brandy production in the Northwest-Missões region of Rio Grande do Sul is responsible for the dispersion of liquid effluents represented by stillage, and solid ones from sugarcane bagasse, as well as for the ashes of combustion that produce thermal energy in processors, both in plants units as in distilleries. The aim of this study was to analyze and discuss aspects and impacts caused by disposal, in the environment, of effluents and waste from the semi-artisanal transformation of sugarcane. The study is characterized as an exploratory, applied and descriptive research, involving field research, as well as bibliographic and documentary research. The potential impacts were accessed by interviews with those responsible for the mills and distilleries from 24 cities in the region. The work describes the characteristics of the sugar cane production region, the main stages of the productive process of ethanol fuel and sugar cane brandy and the potential environmental impacts arising from arrangements for waste management and of the productive process. It also discusses the range of alternatives for managing these wastes, in accordance with legal requirements. Stillage represents the greatest potential to generate environmental damage, and also a great possibility of attenuation of such, as bio-fertilizer. The same occurs with the use of solid waste as much as bagasse ashes, as alternative raw materials. The results from this research lead to the conclusion that there is a set of viable possibilities for the use of stillage and sugarcane bagasse, which represent the attenuation of environmental impacts, and may generate environmental gains of great relevance and also meet the premises of environmental sustainability.

Keywords: Sugar cane bagasse. Sugarcane waste management. Stillage. Environmental impacts.

O grande desafio para a sociedade contemporânea é conciliar o desenvolvimento socioeconômico com a preservação ambiental, o que exige informações e ferramentas adequadas de análise e consequente mitigação dos impactos socioambientais. A interação das atividades do setor produtivo da cadeia da cana com o meio ambiente, social e econômico é complexa e distinta, envolvendo tanto a escala de produção quanto o território.

O Noroeste-Missões do Rio Grande do Sul reúne condições agroecológicas ímpares no Estado para o cultivo de cana, cujo maior volume se destina à produção de etanol combustível. A produção de cana tem contribuído de forma significativa para o desenvolvimento da região como matéria-prima para a produção de álcool etílico hidratado em uma usina que congrega aproximadamente três centenas de agricultores familiares em sistema cooperativo, autogestionário, sendo a única organização do gênero no Estado. Essa produção envolve, em sua maioria, pequenos produtores, num sistema produtivo distinto das demais regiões produtoras brasileiras, sendo os aspectos mais relevantes a forma de inserção da cultura nos sistemas produtivos da região e a coordenação da cadeia por uma cooperativa (Uhde; Fernandes, 2008).

A peculiaridade dessa produção de cana é a associação com cultivos de subsistência, combinados à soja, pecuária de corte e leiteira, em arranjos produtivos variados, com áreas médias de cana de 10 ha. Paralelamente, em inúmeras propriedades desenvolve-se uma produção de caráter semiartesanal de aguardente por produtores familiares, distribuída em vários municípios da região. Essa produção, portanto, é essencialmente distinta das demais regiões brasileiras, nas quais prevalece o monocultivo de extensas áreas de cana, com fortes impactos econômicos e socioambientais.

A produção de álcool hidratado tem impulsionado o desenvolvimento regional, sendo responsável por aproximadamente 50% do ICMS arrecadado pela região. Além de ser uma experiência inovadora, percebe-se uma relativa

densidade institucional em torno da mesma, havendo uma considerável interação entre atores locais/regionais e entre estes e as demais escalas de poder e gestão (Rambo, 2006).

As preocupações com o uso intensivo de energias não renováveis e seus impactos ambientais estão no foco das discussões sobre ambiente e desenvolvimento nas últimas décadas. Entre os fatores de motivação deste movimento destaca-se a emissão de gases de efeito estufa como uma das questões mais presentes neste contexto das mudanças globais do clima. Os biocombustíveis representam uma alternativa para as clássicas fontes fósseis de energia, desde que produzidos de maneira sustentável (Elia Neto, 1998). A inserção da sustentabilidade no setor dos biocombustíveis, no entanto, vai certamente além da redução das emissões de gases de efeito estufa, pois implica enfoque integrado das várias dimensões do desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, em que pese a relevância da cadeia produtiva de cana para a região, não podem ser desconsiderados os potenciais impactos que representa para os recursos naturais. Os processos industriais têm como resíduos a vinhaça, o bagaço e as cinzas resultantes da sua queima, sendo, porém, totalmente recicláveis para a lavoura: a vinhaça na forma líquida como fertirrigação; o bagaço e as cinzas como adubo.

A vinhaça ou vinhoto é o principal resíduo resultante do beneficiamento da cana-de-açúcar em seus derivados – o etanol, o açúcar e a aguardente. De acordo com Silva, Griebeler e Borges (2007), para cada litro de etanol produzido restam entre 10 e 18 litros de vinhaça líquida e, da produção de aguardente artesanal ou industrial, entre 8 e 10 litros (Oliveira et al., 2009). O principal constituinte da vinhaça é matéria orgânica, composta por ácidos orgânicos e, em menores quantidades, cátions, como o potássio, o cálcio e o magnésio, responsáveis por seu valor fertilizante.

Os mesmos elementos químicos encontrados na vinhaça, que lhe conferem a condição de poluente, se aplicados de forma controlada, em doses ajustadas, podem representar benefícios ao solo como fertilizante. Este subproduto favorece diversos processos biológicos, com efeitos positivos sobre a produtividade agrícola, além de substituir em parte a adubação mineral e, ainda, minimizar o potencial poluente a rios e mananciais, se atendida a legislação ambiental vigente.

A utilização da vinhaça na fertirrigação, por um lado, supre parte dos nutrientes para a cultura, mas pode ser fonte extremamente prejudicial de poluição quando em contato com áreas frágeis de aquíferos, quer seja em lagoas de deposição temporária ou nos canais de transporte, quer seja em locais em que a aplicação foi além da capacidade do sistema em absorvê-la. Outro subproduto é o bagaço, podendo representar 30% da cana moída, cuja composição é predominantemente de fibras e resíduos de açúcar, além das cinzas provenientes de sua queima, contendo elementos minerais (Vacaro; Lopes, 2003).

Do ponto de vista socioeconômico, os impactos ambientais são componentes da externalidade do processo produtivo e industrial. Segundo Soares e Porto (2007), a externalidade é um conceito econômico utilizado para entendermos como a economia privada e a formação de preços frequentemente deixam de incorporar os impactos sociais, ambientais e sanitários consequentes das atividades produtivas que geram produtos e serviços. Os benefícios sociais “podem ser definidos pelo embate entre grupos sociais a partir de seus interesses e valores, envolvendo de forma central questões ecológicas, como o meio biofísico, o uso dos territórios e seus recursos naturais” (Milanez; Porto, 2009, p. 6).

Neste contexto, o comportamento privado em relação às externalidades decorrentes da utilização de recursos naturais e o consequente compartilhamento dos custos com o meio social, podem não oferecer o melhor resultado numa perspectiva de bem-estar social, e mesmo individual, no longo prazo. Isso porque o custo marginal ou benefício marginal individual

pode desprezar efeitos para a saúde humana e dos ecossistemas, assim como os impactos destes para a sociedade como um todo. Dito de outra forma, as externalidades surgem por divergência entre interesses sociais e privados. O livre-mercado seria baseado num estreito interesse pessoal, quando o gerador da externalidade não tem qualquer incentivo para contabilizar os custos que impõe a terceiros. Se a externalidade for negativa, como a poluição, há maior produção desta pelo agente gerador, em equilíbrio competitivo, do que seria socialmente desejável (Soares; Porto, 2007).

A legislação ambiental visa a justamente minimizar tal conflito. Os empreendimentos de médio e grande porte no Brasil estão sujeitos à legislação ambiental, expressa na Resolução do Conama nº 1/1986, impondo a necessidade da elaboração de Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (Rima) para a obtenção de licença para atividades que possam alterar significativamente o meio ambiente. A tendência normal da legislação ambiental é tornar-se cada vez mais restritiva. A legislação no Brasil tem uma forte dinâmica e as Licenças de Operação devem ser renovadas periodicamente a cada dois ou três anos, nos casos de usinas ou destilarias (Elia Neto, 1998). Rigotto (2002), entretanto, é enfático ao lamentar que no Brasil, apesar de haver uma legislação e instituições destinadas a aplicar as leis de proteção ao meio ambiente, as atividades humanas, sejam domésticas ou econômicas, continuam a provocar a degradação ambiental.

Bartholomeu (2006, p. 1) salienta, nesse sentido, que:

Apesar de a legislação ambiental brasileira ser abrangente, não se verifica, na prática, o cumprimento de diversas regulamentações. Neste sentido, o problema parece estar concentrado em duas frentes: por um lado há uma clara ineficiência no processo de fiscalização e estabelecimento do *enforcement* e, por outro, há um desconhecimento generalizado, por parte dos produtores, da existência de tais legislações e normas.

O investimento em práticas sustentáveis ainda é visto como um custo desnecessário. Em alguns anos, entretanto, isto poderá representar vantagens competitivas no comércio ou, de forma mais radical, a própria exclusão do produtor da atividade (Bartholomeu, 2006).

A identificação e a avaliação de impactos ambientais em qualquer atividade potencialmente poluidora não deve ser vista como mais uma barreira às atividades produtivas, mas como instrumento para identificar os problemas ambientais de determinada atividade, servindo como subsídio para a elaboração de políticas que ajam no sentido de minimizar os impactos negativos ao meio ambiente.

O objetivo deste trabalho é caracterizar a gestão dos resíduos resultantes da produção semiartesanal de aguardente e industrial de etanol identificando os riscos potenciais ambientais, e discutir alternativas viáveis do ponto de vista técnico e socioambiental pelos estabelecimentos produtores da Região Noroeste-Missões do Rio Grande do Sul.

Procedimentos Metodológicos

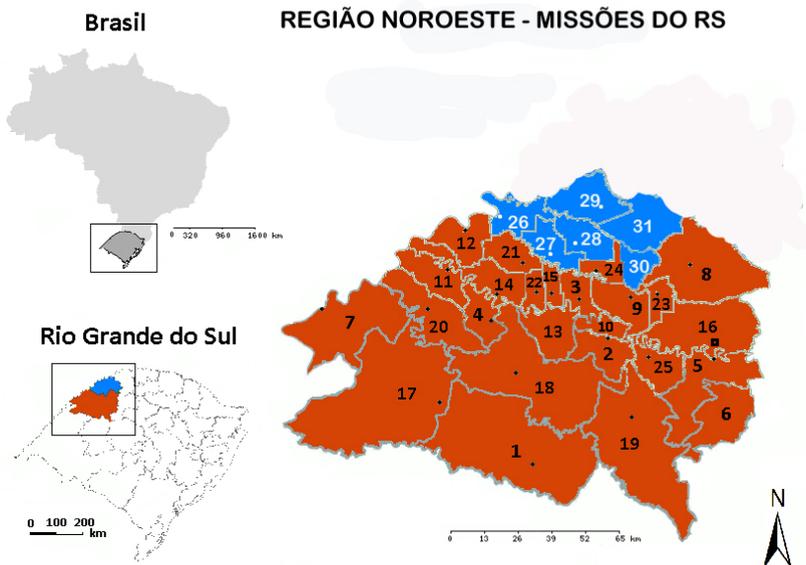
O presente trabalho partiu de um levantamento de dados realizado no transcurso de 2012, cujo objetivo foi identificar práticas produtivas e industriais e/ou semiartesanais que impactam o meio ambiente pela disposição inadequada de efluentes líquidos, especialmente a vinhaça, resultante do processo de destilação de aguardente e de álcool, e dos resíduos sólidos como o bagaço da cana e as cinzas resultantes da combustão, responsável pela energia térmica necessária para a destilação. A partir dessa caracterização, procurou-se analisar e discutir alternativas para atenuar o impacto provocado pela disposição no ambiente de resíduos resultantes da produção dos derivados da cana pelos estabelecimentos produtores da Região Noroeste-Missões do Rio Grande do Sul.

O estudo é caracterizado como pesquisa aplicada e descritiva, cujos procedimentos técnicos envolveram pesquisa de campo, documental e bibliográfica. A caracterização dos sistemas produtivos de etanol e de aguardente e seus potenciais impactos foram acessados, por entrevista, com os responsáveis por destilarias de aguardente e uma usina de produção de etanol em 24 municípios da Região Noroeste-Missões do Rio Grande do Sul, e complementado por observações *in loco*.

O levantamento de dados abrangeu todos os estabelecimentos possíveis de serem identificados e localizados na região. Foi realizado de maneira informal por entrevista a partir de questionário semiestruturado, a fim de identificar a localização dos empreendimentos, de forma a estimar sua concentração no espaço territorial; os aspectos técnicos das operações; a natureza da atividade (produção de aguardente ou álcool); e o volume potencial de produção a partir da área ocupada pela cana e a produção média de cada propriedade. Identificou-se ainda a distância entre o local de produção, o beneficiamento e o destino dado aos efluentes líquidos e sólidos, tais como a vinhaça, o bagaço e as cinzas oriundas do processo de produção. A visita *in loco* possibilitou a observação das reais condições do tratamento dado aos resíduos líquidos e sólidos e, a partir disso, seu potencial de impacto ambiental.

O levantamento de dados ocorreu nos municípios (Figura 1) de Bossoroca (1), Caibaté (2), Campinas das Missões (4), Cândido Godói (28), Cerro Largo (3), Entre-Ijuís (5), Giruá (8), Guarani das Missões (9), Pirapó (11), Porto Lucena (26), Porto Xavier (12), Roque Gonzales (14), Salvador das Missões (15), Santa Rosa (31), Santo Ângelo (16), Santo Cristo (29), São Borja (não consta no mapa), São Miguel das Missões (19), São Luíz Gonzaga (18), São Pedro do Butiá (22), Senador Salgado Filho (30), Sete de Setembro (23), Vitória das Missões (24) e Ubiretama (25), totalizando 48 destilarias de aguardente e uma usina de produção de etanol, em sistema cooperativo, que congrega aproximadamente 80 cooperados.

Figura 1 – Localização da área de abrangência – municípios com produção canieira para produção de aguardente e álcool. Região Noroeste-Missões do RS, 2012



Fonte: Adaptado do Mapa Rota-Missões e Rota-Rio Uruguai (2012).

A fidedignidade dos dados levantados guarda relação direta com a forma utilizada no levantamento de dados. Como a maioria dos empreendedores produz na informalidade, ignorando normas sanitárias e encargos tributários, buscou-se estabelecer uma relação de confiança, assegurando o anonimato e a confidencialidade na veiculação das informações. A coleta de dados contou com o apoio da Secretaria de Agricultura e/ou da Emater de cada município, buscando assegurar uma relação de confiança entre pesquisadores, técnicos e produtores.

A avaliação do potencial de produção considerou as dimensões dos talhões de cultivo de cana, o potencial produtivo da cultura em relação ao tempo de desenvolvimento, as condições de fertilidade dos solos, a adubação de plantio e de manutenção, assim como as características edafoclimáticas

que interferem na adaptabilidade da cultura. Os dados de produção de cana por área foram tratados por estatística descritiva, expressos em média simples.

Com base nos dados levantados que quantificam as potencialidades de produção e respaldados por Silva, Griebeler e Borges (2007), foi possível dimensionar o volume de efluentes produzidos em cada safra. Os autores afirmam que para cada litro de etanol produzido restam entre 10 e 18 litros de vinhaça líquida, enquanto Oliveira et al. (2009) sustentam que o volume residual da vinhaça na produção de cachaça artesanal ou industrial situa-se entre 8 e 10 litros, para cada litro de produto final manufaturado. Com base nessas premissas, estabeleceu-se, para fins de análise, o valor médio de emissão de resíduos de 13 litros de vinhaça para cada litro de etanol, e de 9 litros de vinhaça para cada litro de aguardente produzido.

O potencial poluidor está diretamente ligado ao tamanho dos empreendimentos, portanto sua categorização pelo porte possibilita dimensionar o potencial poluidor para as referidas categorias e, conseqüentemente, a identificação de alternativas ajustadas a cada realidade. As alternativas para gestão dos resíduos devem, em primeiro lugar, obedecer à legislação ambiental atinente e, num segundo momento, serem norteadas pela viabilidade econômica.

Caracterização da gestão dos sistemas produtivos de aguardente e de etanol na Região Noroeste-Missões – RS

O levantamento de campo identificou o cultivo total de 2030,3 ha de cana, dos quais 1.832 ha respondem pelo volume potencial aproximado de 140.000 t que atendem à produção da única usina de álcool da amostra. A produção de aguardente, a partir dos 48 estabelecimentos produtores, corresponde a um potencial de produção de 13.360 t de cana produzida em 198,3 ha, o que representa uma média de 4,1 ha por estabelecimento (Quadro 1).

Quadro 1 – Caracterização da produção de cana destinada a aguardente e etanol na Região Noroeste-Missões do Rio Grande do Sul, 2012

Município	Estabelecimentos produtivos	Área cultivada (ha)	Volume de produção (t)	Produção líquida total (l)
Produção de Aguardente				
Bossoroca	a	3,4	180.000	22.000
Caibaté	a	6,5	600.000	65.000
Campinas das Missões	a	11,5	1.000.000	120.000
	b	2,5	250.000	30.000
Cândido Godói	a	2,5	160.000	20.000
	a	2,5	1.600.000	20.000
Cerro Largo	b	1	80.000	10.000
	c	1,5	120.000	15.000
Entre-Ijuís	a	1,5	100.000	12.000
Giruá	a	1,2	70.000	8.000
	a	3,5	300.000	35.000
Guarani das Missões	b	4,5	330.000	40.000
	c	2	120.000	15.000
Pirapó	a	4,5	420.000	50.000
	b	2	160.000	20.000
Porto Lucena	a	16	540.000	65.000
	b	12	670.000	80.000
	c	8,5	580.000	70.000
	d	7	420.000	50.000
	e	5	330.000	40.000
Porto Xavier	f	7,5	380.000	45.000
	a	5	330.000	40.000
	b	3,5	120.000	15.000
Roque Gonzales	c	3,5	200.000	25.000
	a	8	50.000	60.000
Salvador das Missões	a	6	460.000	55.000
	b	2,4	200.000	25.000
Santa Rosa	a	2,6	160.000	20.000
	b	1	80.000	10.000
Santo Ângelo	a	2	165.000	20.000
	b	2,5	165.000	20.000
Santo Cristo	a	3,2	250.000	30.000
São Borja	a	8	380.000	45.000
São Miguel das Missões	a	6	410.000	50.000

São Luiz Gonzaga	a	3,1	120.000	15.000
	b	1,5	70.000	8.000
São Pedro do Butiá	a	4	300.000	35.000
	b	2,6	120.000	15.000
Senador Salgado Filho	a	3	120.000	15.000
	b	4	200.000	25.000
	c	2,5	80.000	10.000
	d	1,5	160.000	20.000
Sete de Setembro	a	3,5	160.000	20.000
Vitória das Missões	a	3,8	250.000	30.000
	b	3	160.000	20.000
Ubiretama	a	3,5	160.000	20.000
	b	2	80.000	10.000
Subtotal		198,3	13.360.000	1.490.000
Produção de etanol				
Porto Xavier		690	50.000.000	3.000.000
Roque Gonzales		1142	90.000.000	5.500.000
Subtotal		1832	140.000.000	8.500.000
TOTAL	49	2030,3	153.360.000	9.990.000

Fonte: Dados da pesquisa (2012).

O primeiro aspecto identificado refere-se à produtividade média das áreas de cana, destinada à produção de aguardente e de álcool. Enquanto a produção média da amostra de 80 produtores de cana que atendem a usina de etanol é de 76,9 t ha⁻¹, os produtores de aguardente obtêm média inferior, em torno de 66,7 t ha⁻¹. Essa diferença pode estar associada à utilização da fertilização das lavouras destinadas à produção de álcool. A usina, por iniciativa própria e também em atendimento às adequações ambientais, desenvolve programa de distribuição da vinhaça nos talhões, pela técnica de fertirrigação, além de um programa de manejo de fertilidade, orientado pelo corpo técnico da cooperativa que coordena a atividade produtiva da usina.

O levantamento identificou a preponderância do cultivo de cana destinada à produção de aguardente em solos profundos (Latosolos), os quais representam 89% do total das áreas; o restante das áreas (11%) apresenta solos rasos e pedregosos, correspondendo a dois estabelecimentos

produtivos, de pequeno porte: um com 3,5 ha e outro com 1,5 ha. De forma similar, a área de cultivo com solos rasos e com pedregosidade dos cooperados da usina de álcool representa apenas 10% do total. Esse fato deve-se ao alinhamento dos sistemas produtivos dos cooperados às recomendações técnicas para utilização prioritária de Latossolos, como forma de aumentar potencialmente a produção física e a vida útil da cultura.

A cultura da cana apresenta melhor adaptabilidade em Latossolos profundos, embora exista a crença de que a boa cachaça seja produzida a partir da cana oriunda de Neossolos Litólicos, rasos e com a presença de pedregosidade, que, apesar de menor potencial produtivo, asseguraria maior teor de açúcar nos colmos.

Dentre os aspectos associado à produtividade, o tempo de cultivo dos talhões tem uma importância significativa. O elevado custo de produção das lavouras de cana-de-açúcar, no entanto, concorre com a manutenção dos talhões por maior tempo, além dos quatro anos recomendados para a rotação de culturas. Conforme observaram Vacaro e Lopes (2003), culturas com maior tempo de estabelecimento apresentam produção decrescente com o passar do tempo, em razão da depleção gradual do nível de fertilidade do solo e consequente carência de nutrientes, especialmente o potássio, acentuando-se a partir do quarto ano de produção. Assim, a redução do volume de produção geralmente é compensada pelo plantio em novas áreas, submetendo as áreas antigas à rotação de culturas, com a introdução de leguminosas e outras espécies para a recuperação do potencial produtivo do solo.

Na prática, constatou-se que o plano de assistência técnica da cooperativa, responsável pela industrialização do álcool, é instrumento de motivação para aumentos de rendimento por área, valendo-se de incentivos financeiros por ganhos de produtividade e pela oferta de financiamento para custeio de novos plantios. Além desses, a cooperativa disponibiliza máquinas e equipamentos adequados para efetuar a renovação dos canaviais em períodos de tempo menores. Tais estratégias refletem em respostas positivas por parte dos produtores que investem no plantio em áreas mais nobres, na

utilização de fertilizantes para adubação de plantio e de manutenção, além da renovação mais frequente de canaviais que vêm sofrendo produções declinantes. Geralmente, emprega-se no plantio adubação química, e a manutenção é realizada com adubação química combinada à fertirrigação pela aplicação de vinhaça.

Outro aspecto responsável pelo rendimento físico é a época de colheita. Quando fora de época, provoca atraso da rebrota dos talhões e prejudica o volume da próxima safra. Pelo menos 90% dos produtores de aguardente afirmaram categoricamente que estendem o período de produção de junho a novembro e percebem que o atraso no corte é um dos principais fatores de redução do volume de produção da safra subsequente. Neste aspecto, a maior média de produção dos produtores de cana que atendem a usina está relacionada à época adequada de colheita e ao tempo médio de renovação dos canaviais, que é de quatro anos para esta categoria contra seis anos nos estabelecimentos de produção de aguardente.

Os dados levantados também identificam que em 87% das áreas de cultivo que atendem as destilarias de aguardente os produtores fazem adubação de plantio e, em apenas 58% da área, adubação de manutenção. Destes, apenas dois utilizam a aplicação de vinhaça como biofertilizante, não utilizando fertilizante químico. Um destes produtores afirmou que a fertirrigação supre com sucesso a necessidade de nutrientes para alcançar alta produção, em torno de 92,3 toneladas por hectare, índice próximo das melhores áreas e superior à maioria das áreas de cultivo mantidas com adubação química, mesmo em áreas com cana-soca de seis anos. O segundo produtor, que utiliza fertirrigação sem adubação química, no entanto, produz uma média muito inferior, de 47,8 toneladas por hectare, sugerindo que outros fatores devem ser considerados na análise dos rendimentos.

Mesmo havendo consenso de que a vida útil do canavial é de quatro anos, os proprietários de muitas destilarias produtoras de aguardente salientam a existência de canaviais com vida útil superior e com produção expressiva em virtude do método de colheita seletiva por catação. Esse método seleciona apenas os colmos maduros, de elevado teor de açúcar, com o intuito de obter

um produto final de superior qualidade e evitar o plantio de novas áreas, com consequente redução de custos de produção. Um aspecto determinante da adoção da colheita seletiva dos colmos maduros, entretanto, é o maior custo com mão de obra para colheita, inviabilizando a prática em áreas maiores.

Outro aspecto importante evidenciado é a qualidade da matéria-prima produzida na região e que abastece a usina e as destilarias. A produção de etanol ou aguardente terá maior rendimento quanto melhor for a qualidade da cana empregada no processamento. Comparada com a média alcançada na região Sudeste do Brasil, a baixa produção média por área identificada na pesquisa é compensada pelo alto teor de açúcar da cana, expresso em graus Brix. A seleção de variedades mais bem adaptadas, a adubação de plantio e de manutenção e a colheita de talhões com maturação homogênea, são determinantes para que o material tenha a qualidade esperada.

O clima tem sido considerado outro fator fundamental associado à qualidade da cana produzida na Região Sul do Brasil, especialmente na Região Noroeste-Missões. O moderado volume pluviométrico da estação de verão, o aumento das chuvas no outono e o frio do inverno são ideais para o desenvolvimento de altos teores de açúcar na cultura. Especialmente o frio do outono e inverno determina uma maturação mais uniforme dos talhões pela redução da atividade metabólica da planta. Assim, a colheita ocorre quando todos os colmos estiverem maduros, independentemente inclusive da época de brotação e do porte individual de cada colmo. Desta forma, facilmente se atinge a média de 21° Brix, determinando a necessidade de diluição do caldo em água, tanto para a produção de álcool quanto para a produção da aguardente, a fim de proporcionar um melhor aproveitamento da fermentação do mosto, que transformará os açúcares em álcool.

Outra constatação importante é o emprego, pela usina, de todas as técnicas recomendadas para o correto aproveitamento do biofertilizante aplicado sobre a cultura da cana, como o cultivo em sulcos, o transporte para as áreas mais distantes, a distribuição homogênea e a adequação de condições ideais para aplicação em relação aos níveis de saturação hídrica superficial dos solos.

O rendimento físico dos sistemas de cultivo da cana, portanto, tem relação direta com o tempo transcorrido desde o plantio, a adubação de cobertura e de manutenção, o método de corte e transporte, as características físico-químicas do solo e as condições climáticas, aspectos que determinam o potencial produtivo e a quantidade efetivamente produzida.

Estimativa do potencial de produção de efluentes líquidos e sólidos

O levantamento do potencial de produção de cana em um dado espaço físico possibilita estimar o volume de efluentes líquidos e sólidos resultantes do processo de transformação da matéria-prima. Neste sentido, foi possível identificar produções extremas dos talhões avaliados de até 106.667 toneladas de cana por hectare em contraste com o volume de 32.000 toneladas em outros talhões.

A produção de aguardente pelo conjunto dos 48 estabelecimentos produtivos totalizou 1.490.000 litros por ano, o que representa uma média de 31.042 litros por estabelecimento produtor. Destaca-se, entretanto, a amplitude de variação da produção entre os estabelecimentos, que oscilou entre 8.000 e 120.000 litros. Já o potencial produtivo da usina foi de 8.500.000 litros de álcool por ano.

Quadro 2 – Estimativa da produção de resíduos de cana da produção de álcool e aguardente da Região Noroeste-Missões (RS), 2012

Potencial produtivo		Álcool	Aguardente
Produtos acabados (L)		8.500.000	1.490.000
Vinhaça	Volume médio/litro de produto acabado	13 litros	9 litros
	Volume total (m3)	110.500	13.410
Volume de matéria-prima – cana (t)		140.000	13.810
Bagaço	Porcentual médio de resíduos/kg de cana	30%	35%
	Volume total de resíduos (kg)	42.000.000	4.833.500

Fonte: Dados da pesquisa (2012).

Assim, considerando o volume total da produção de etanol e de aguardente nos estabelecimentos produtivos, foi estimado o volume de efluentes por safra, o qual totaliza 110.500 m³ de vinhaça a partir da produção de álcool e 13.410 m³ decorrentes da produção de aguardente, como apresenta o Quadro 2.

Outro subproduto do processamento da cana é o bagaço, podendo representar 30% da cana moída. Sua composição é predominantemente fibra e resíduos de açúcar (Vacaro; Lopes, 2003). A produção de bagaço decorre do volume de cana produzido e processado em cada safra. Os dados coletados nos estabelecimentos pesquisados – destilarias de aguardente e usina de álcool – possibilitaram levantar o percentual médio de bagaço produzido a cada tonelada de cana esmagada, correspondendo a 30% e 35% de bagaço para a usina e para as destilarias, respectivamente. A diferença de percentual se deve à melhor tecnologia utilizada pela usina para extração do caldo da cana, com sistema de trituração e lavagem. Na maioria das destilarias o processo de moagem é bastante rudimentar, com baixo aproveitamento da matéria-prima, chegando inclusive à produção de bagaço superior a 40%.

Assim, o volume total estimado de bagaço produzido por safra na usina de produção de álcool é de 42.000.000 kg e, entre as destilarias de aguardente, de 4.833.500 kg (Quadro 2). A massa média estimada de bagaço, resultante do processamento na usina e destilarias, não é o melhor indicador de impacto. A baixa densidade do material, expressa em kg por metro cúbico, acaba por resultar em volume expressivo para descarte, com efeito visual impactante.

Potenciais impactos ambientais decorrentes do processo produtivo e das modalidades de gestão dos resíduos

Os impactos no meio ambiente compreendem as etapas do cultivo da cana, o processamento, os efluentes gerados e seus destinos. Incluem os efeitos na qualidade do ar, do solo e biodiversidade e recursos hídricos. Esses impactos podem ser positivos ou negativos, na dependência dos processos de gestão e do atendimento à legislação ambiental.

No processo produtivo da cana, o tipo de solo e sua composição física, assim como o relevo e o método de plantio, são fatores definidores do sucesso na aplicação da vinhaça pela técnica de fertirrigação. A textura do solo determina o comportamento dos nutrientes contidos na vinhaça. Solos do tipo Latossolo, profundos e com elevado teor de argila, têm alta capacidade de adsorção de elementos químicos, reduzindo o potencial de lixiviação de nutrientes se comparados a solos com textura menos argilosa, ou mais rasos (Streck et al., 2008). Por essa razão, considerar o tipo de solo em que as culturas estão implantadas permite julgar a eficiência da aplicação da vinhaça como fertilizante.

Outro fator de potencial impacto ambiental é a distância média entre as unidades beneficiadoras e os mananciais hídricos superficiais. Os impactos causados pela disposição inadequada de resíduos oriundos da produção de aguardente e de etanol, especialmente os efluentes líquidos nos quais prepondera a vinhaça, estão diretamente ligados à proximidade dos estabelecimentos produtivos a rios, lagos, córregos e nascentes.

Nesse aspecto foi possível verificar que a distância média entre as unidades beneficiadoras e esses mananciais é de, aproximadamente, 120 metros. Esse dado é especialmente relevante se considerado que apenas duas destilarias de aguardente fazem o armazenamento dos efluentes líquidos. Constata-se, em muitas situações, que a disposição dos efluentes ocorre

indiscriminadamente e com risco iminente de contaminação. O caminho natural desses efluentes é a rede de drenagem, correspondente às cotas inferiores do terreno, coincidente com os mananciais hídricos.

Exceto dois estabelecimentos produtivos, que se utilizam dos efluentes líquidos para biofertilização dos talhões de cana, os demais estabelecimentos produtores de aguardente não desenvolvem qualquer programa ou projeto de aproveitamento desses resíduos para reduzir o impacto de sua disposição no meio ambiente. A contaminação pelos efluentes será tanto maior quanto mais próximos estiverem os estabelecimentos produtivos desses mananciais hídricos e quanto maior for a carga orgânica descartada, conforme atestam Silva, Griebeler e Borges (2007).

Caracterizar o roteiro do processo produtivo é fundamental no diagnóstico e na formulação de alternativas legalmente amparadas para a gestão de resíduos gerados na transformação da cana. Os dados coletados mostram que a prática da queimada para facilitar a colheita ainda prepondera. Dos 2.020,30 hectares envolvendo os 48 empreendimentos, 92% têm colheita precedida de queimada e destinam-se à produção de álcool; dos restantes 8%, correspondentes à produção de aguardente pelas destilarias, 82% fazem a colheita da cana crua, enquanto 18% utilizam-se das queimadas para facilitar a colheita e reduzir o custo com o processo.

São inúmeras as dificuldades para a erradicação das queimadas – as máquinas de colheita, além do custo elevado, exigem terreno plano, sem elevada declividade. Outro aspecto a considerar diz respeito à dimensão social. Em que pese a dificuldade, penosidade e periculosidade do corte manual, ainda é uma fonte de emprego para uma parcela significativa de trabalhadores rurais temporários. Neste caso há que se considerar que a redução no impacto pela emissão de poluentes na atmosfera representa uma vantagem ambiental, no entanto a preocupação é com o impacto social pela redução de empregabilidade da mão de obra, substituída pela mecanização do processo de colheita.

Por outro lado, em muitas situações já ocorre escassez de mão de obra no meio rural, em razão das baixas remunerações, condições ambientais de trabalho e, principalmente, da descontinuidade de demanda, como é o caso da safra de cana, concentrada em no máximo seis meses. A demanda não atendida de mão de obra rural foi apontada pelos produtores de aguardente como o fator limitante da expansão da produção. A subcontratação de trabalhadores para a colheita sofre restrição, principalmente, pela dificuldade da colheita da cana crua, o que faz com que alguns produtores de aguardente pratiquem a queimada para facilitar a colheita subcontratada.

A usina de produção de álcool tem a totalidade das demandas de colheita da cana atendidos por serviços subcontratados. Quanto às destilarias, 58% utilizam serviços de terceiros para as operações de colheita. Esses dados alertam para a dependência da mão de obra de terceiros no processo produtivo e as limitações de aumento de produção, fato salientado por muitos entrevistados. A resolução da falta de mão de obra para a colheita e o alto custo para o manejo da cana crua, apontam para a necessidade de pesquisas que conduzam à introdução de variedades com desfolha natural, reduzindo assim os custos com mão de obra, com maior rendimento de corte por operário/dia, diminuindo, então, a demanda por maior número de trabalhadores. A mão de obra até então empregada no corte poderia ser remanejada para outras atividades menos insalubres, absorvendo parte do contingente de operários em outras atividades agrícolas e mesmo para servir às colheitas de menores áreas, cultivadas para a produção de aguardente.

É unânime, dentre os entrevistados, que a expansão da produção requer a seleção de variedades que apresentem maior facilidade da colheita, como é o caso de variedades com desfolha natural e caule ereto. A seleção desse tipo de variedades, entretanto, pode representar a redução do volume de produção a campo, em razão de menor adaptação ao clima e solo, aspecto que pode ser compensado, ao menos parcialmente, pela redução de custos de colheita (Ribeiro, 1997).

Como as destilarias de aguardente são dependentes de um grande volume de água para o arrefecimento do destilado no processo produtivo, é comum que a instalação das unidades produtivas seja feita com aproveitamento do potencial hídrico disponível por desnível, portanto sem custos adicionais de energia no recalque da água. Esse fato justifica que as plantas agroindustriais estejam instaladas nas áreas mais baixas da propriedade e próximas a nascentes, rios, açudes e lençóis freáticos superficiais.

Na prática, o diagnóstico realizado evidenciou a obediência aos preceitos legais por parte da usina de álcool. Nessa unidade foi desativada a área de sacrifício que armazenava provisoriamente a vinhaça desde 2004, quando foram construídos tanques impermeáveis em alvenaria para armazenagem provisória e posterior distribuição nas lavouras de cana dos associados. O custo de distribuição da vinhaça foi internalizado, sendo incorporado ao custo de produção com fertilizantes.

O monitoramento pelos órgãos ambientais, em atendimento aos requisitos de licenciamento, exerce pressão para o destino adequado da vinhaça, tendo em vista seu alto potencial poluidor mesmo quando os volumes são menores, como é o caso de uma destilaria de pequeno porte, podendo comprometer as condições ambientais de solo e recursos hídricos do entorno.

O diagnóstico apontou também o descuido dos gestores das unidades produtoras de aguardente, que por conveniência financeira, falta de equipamentos adequados e/ou maiores distâncias entre as unidades processadoras e os talhões, deixam de utilizar esse rejeito como biofertilizante. Dos 48 estabelecimentos produtores de aguardente, apenas 2 fazem a armazenagem adequada dos efluentes líquidos, acondicionando-os e distribuindo-os aos talhões para fertilização. Nestes estabelecimentos, a proximidade entre a lavoura e a unidade de manufatura contribui para o destino correto da vinhaça. O processo de distribuição, no entanto, carece de melhor adequação. A solução técnica convencionalmente proposta é a distribuição da vinhaça com o uso do distribuidor de efluentes líquidos (tanques em aço carbono), entretanto tem como inconveniente a compactação do solo pelo trânsito de

máquinas pesadas. A compactação poderá comprometer o desenvolvimento da cultura, tanto por afetar a absorção dos nutrientes adicionados quanto também o comportamento físico-hídrico do solo.

Caracterização das modalidades de moagem de cana e destino dos resíduos sólidos do processo produtivo de aguardente e álcool

Do processo produtivo, tanto nas destilarias de aguardente quanto em usina de álcool, resultam volumes de resíduos sólidos potencialmente poluidores do meio ambiente, quando dispostos inadequadamente. A identificação das modalidades de moagem da cana possibilita analisar o potencial de aproveitamento dos resíduos sólidos (bagaço), em virtude do volume porcentual de caldo extraído e de umidade remanescente, os quais determinam a qualidade e sua forma de utilização em diferentes processos.

Foram identificadas três modalidades distintas de moagem: moagem precária, cujo porcentual de aproveitamento é inferior a 60%, ou seja, a cada tonelada moída são obtidos, no máximo, 600 litros de caldo; moagem precisa, que corresponde à extração de 600 a 700 litros de caldo por tonelada de cana processada; e, por fim, o processo mais adequado, que emprega posterior lavagem a quente do bagaço. Neste caso o índice de extração é máximo e superior a 700 litros de caldo por tonelada.

A quantidade remanescente de caldo no bagaço pode determinar o destino de sua utilização. Bagaços mais impregnados de caldo, com porcentual maior de umidade, dificilmente serão empregados como meio de combustão nas caldeiras ou a fogo direto, ou ainda para a geração de energia térmica ou, a partir desta, energia elétrica, sem antes passarem por um processo de estabilização para reduzir seu porcentual de umidade. Esses materiais *in natura* estão sujeitos ao processo fermentativo que ocorre no início do processo de decomposição.

Já o bagaço com menor percentual de caldo pode ser utilizado com facilidade como meio de combustão na geração de energia térmica, especialmente demandada no processo de destilação, tanto na produção de aguardente quanto de álcool. A utilização do bagaço como meio de combustão reduz o volume necessário de lenha, poupando florestas de árvores nativas ou de áreas reflorestadas.

Identificou-se que 90,1% do volume total de cana processada é submetido à moagem lavada, e que 5,5% dos materiais são submetidos à moagem precisa, com produção de bagaço em condições de ser utilizada como meio de combustão, geradora de energia térmica na própria unidade beneficiadora. Também se identificou um percentual mínimo de moagem precária, em torno de 4,4% do total do volume de bagaço produzido, materiais que dificilmente poderão ser utilizados como meio de combustão diretamente e *in natura* sem estabilização prévia.

A usina de álcool é responsável pela produção de 100% do bagaço lavado a quente. Já na produção de aguardente a moagem precisa é realizada nos empreendimentos que utilizam equipamentos mais evoluídos tecnologicamente e mais bem ajustados, capazes de extrair maior percentual de caldo e produzir bagaço com menor percentual de umidade. Os resíduos produzidos nestas duas situações são utilizados potencialmente na produção de energia e sem nenhum tratamento adicional para a sua estabilização.

A alternativa preconizada pelos órgãos de controle ambiental é a estabilização do bagaço em ambiente coberto, para que seja reduzido seu percentual de umidade e assim possa ser utilizado como meio de combustão. Nesse caso há um custo adicional de armazenagem e manuseio dos materiais. Uma alternativa é o uso do bagaço para disposição em solo agrícola. Para tanto, é recomendada a estabilização dos materiais em abrigo fechado para evitar a fermentação *in loco*, aspecto este que pode causar impacto à biota do solo, podendo em seguida, ser disposto em solo agrícola na forma de cobertura morta.

O avanço tecnológico, que introduziu a caldeira a vapor na capacidade instalada das usinas e destilarias, abriu a possibilidade de utilização do bagaço de cana como meio de combustão com maior eficiência, em larga escala, substituindo outras fontes alternativas, especialmente a lenha, com facilidade, praticidade e sem custos adicionais.

Apesar de ser empregado por algumas pequenas destilarias de aguardente em sistema de fogo direto, a utilização como meio de combustão ainda é limitada a poucas experiências, correspondendo a 27% do potencial produtivo das destilarias de aguardente que o usam numa mistura à lenha. O emprego intensivo do bagaço como meio de combustão, em substituição à lenha, é praticado em apenas uma destilaria de aguardente. Estima-se que 40% do bagaço produzido na usina de álcool seja utilizado como fonte de energia, substituindo parcialmente a lenha no processo de produção.

Uma das possíveis explicações para a reduzida utilização do bagaço como fonte de combustão é a precariedade tecnológica das capacidades instaladas. Há uma única destilaria que utiliza essa alternativa para produzir energia térmica no processo de destilação e possui uma caldeira de vapor. Essa caldeira está adaptada à ventilação forçada, possibilitando um melhor aproveitamento do bagaço, mesmo quando este apresenta algum porcentual de umidade, no entanto não muito elevado.

A possibilidade de uso do bagaço como fonte alternativa de energia é enaltecida pela maioria dos proprietários de destilarias de aguardente. Sua inexpressiva utilização está condicionada à prática de destilação a fogo direto, processo que limita a eficiência dessa fonte de energia. Das 48 destilarias de aguardente analisadas, 47 delas empregam essa tecnologia de produção.

O destino dos resíduos sólidos, constituídos pelo bagaço e pelas cinzas resultantes da combustão que produz energia térmica, representa preocupação menor que a dispensada para a destinação da vinhaça, pelo menor impacto causado ao meio ambiente. A ausência de componentes

químicos nocivos ao meio ambiente reduz o impacto de sua disposição em solo agrícola; no entanto esse material em decomposição ocupa e compromete espaço importante no entorno das usinas e destilarias.

Em relação à gestão dos resíduos de bagaço e das cinzas, abundantes no entorno das destilarias e da usina, foram identificados os mais diversos usos desses materiais. Percebe-se uma preocupação maior em dar destino adequado a esses resíduos do que aquela manifestada em relação à vinhaça, considerada potencialmente muito mais impactante. A exposição do bagaço produz um impacto visual negativo das unidades produtoras, entretanto, paradoxalmente, a visualização impactante em alguns casos funciona como meio de divulgação da produção, facilitando a comercialização *in loco*.

A utilização do bagaço nas áreas de cultivo como forma de proteção da camada superficial do solo, especialmente em locais onde existem sinais de erosão e conseqüente perda de nutrientes, por exemplo, seria uma solução técnica de fácil execução. O bagaço funciona como barreira protetora, que impede a enxurrada em solos com declive, contribuindo de forma direta para a redução da degradação dos solos pelo processo erosivo. A decomposição lenta desses materiais condiciona seu papel protetor e, também, contribui para o aumento da matéria orgânica do solo e dos níveis de fertilidade.

Essa forma de utilização é perceptível nas propriedades visitadas, entretanto a distribuição irregular do bagaço constitui uma regra entre os produtores de aguardente. Trata-se de um problema típico que resulta em acúmulos em áreas restritas e com volumes incompatíveis com a possibilidade de decomposição sem causar impactos ao solo e à água, nos locais onde foi disposto este material.

A utilização mínima de recursos financeiros e humanos poderia solucionar pendências ambientais, proporcionando equilíbrio ao ambiente de produção. A recomendação dos órgãos de controle ambiental é para que haja uma estabilização do bagaço *in natura* para posterior distribuição em

solo agrícola, como forma de reduzir sua capacidade fermentativa, que pode afetar a biota do solo e, eventualmente, atingir os mananciais hídricos por arraste pela enxurrada.

O uso do bagaço como ração animal é outra alternativa largamente difundida em regiões produtoras de cana. Seu emprego para a alimentação de ruminantes está na dependência da viabilidade técnica e econômica, levando-se em consideração as vantagens e limitações do seu valor nutritivo (Leme et al., 2003). Nos levantamentos *in loco* foram identificadas muitas destilarias de aguardente que dispõem parte do bagaço produzido aos bovinos para consumo *in natura*. Nesse caso, a forma de administração é o consórcio com diversas fontes alternativas de volumosos, suplementados ou não com concentrados proteicos.

Algumas dessas experiências são relatadas com o argumento da viabilidade técnica, no entanto, na maioria das situações, é empregada pela absoluta falta de outro destino para o bagaço. Não se identificou qualquer instrumento de controle para monitorar e avaliar os resultados obtidos a partir desses experimentos a campo.

O bagaço também pode ter aplicação na produção de papel. Experiências bem-sucedidas transformam o resíduo agroindustrial em papel de qualidade diferenciada. Essa tecnologia depende de uma capacidade mais complexa de manufatura de bens de qualidade superior; no entanto experimentos rudimentares têm produzido papel de forma artesanal. Essa opção atende à demanda de materiais utilizados por artesãos e empregados na produção de embalagens para a aguardente das destilarias. Seu uso é bastante limitado em termos de volume de produção e não absorve volume expressivo de materiais.

A produção de chapas de partículas constitui-se em outra alternativa viável. A associação com outros materiais pode atender à demanda da construção civil, como a produção de divisórias de uso interno. A combinação

com as folhas caulinares de bambu resulta num produto final de qualidade e preço competitivo. Essa modalidade pode representar a absorção de um volume elevado de materiais.

As cinzas oriundas da caldeira de vapor também têm sido dispostas em solo agrícola. As propriedades físico-químicas desse rejeito e a alta concentração porcentual de cálcio funcionam como corretivo da acidez. Aplicados em talhões de cana com maior tempo de execução, contribuem para corrigir solos degradados pela própria cultura fornecedora de materiais para as destilarias.

Buscou-se identificar, entre as unidades que compõem a amostra, os procedimentos adotados no tratamento do bagaço e das cinzas. Constatou-se que apenas duas destilarias de aguardente, que representam 7,24% da amostra, obedecem a um manejo adequado com estabilização para posterior distribuição do bagaço. A usina também tenta dar destino adequado ao bagaço excedente, não utilizado como meio de combustão. Quanto às cinzas oriundas da combustão de lenha e/ou bagaço, foi possível observar que o destino preferencial tem sido o solo agrícola, no entanto dispostas de forma não homogênea com frequentes excessos na maioria das situações, quando poderiam ser distribuídas numa área maior, em concentrações menores.

Gestão dos resíduos líquidos da produção de aguardente e álcool – vinhaça

A gestão adequada dos resíduos, especialmente os efluentes líquidos constituídos pela vinhaça, pode reduzir o impacto causado pela sua disposição ao meio ambiente. A armazenagem provisória para posterior distribuição pode ser determinante para a redução do impacto produzido ao meio. O acondicionamento da vinhaça em espaço impermeabilizado, com geomembranas, ou outras formas tecnologicamente mais avançadas, para posterior transporte e distribuição em solo agrícola, é a condição e a recomendação legal para

reduzir o impacto ao meio ambiente. O acondicionamento em reservatórios provisórios, de solo permeável, denominados de “áreas de sacrifício”, porém, pode resultar em alto impacto poluidor sobre o meio.

A complexidade dos fatores intervenientes no sistema de produção e industrialização do álcool compreende desde as etapas de plantio da cana-de-açúcar, sua colheita, produção do etanol, tratamento e manejo dos resíduos e sua logística de distribuição para os varejistas. Para serem alternativas viáveis, os biocombustíveis (especificamente o etanol) devem ter um alto ganho de energia líquida, benefícios socioambientais e passar a ser produzidos sem comprometer o abastecimento de alimentos. Isso, todavia, só será possível a partir de uma boa gestão ambiental.

Considerações Finais

A caracterização da forma de armazenagem dos efluentes líquidos gerados a partir do processo de destilação, tanto da produção de aguardente quanto de álcool, do conjunto de estabelecimentos do Noroeste-Missões (RS), possibilitou atestar a condução correta dessa armazenagem para posterior distribuição em solo agrícola pela usina de álcool, que se utiliza de técnicas adequadas de armazenamento provisório e distribuição adequada da vinhaça. A maioria das destilarias de aguardente tem limitações para destiná-la adequadamente. Um número muito pequeno de produtores de aguardente gerencia adequadamente os resíduos agroindustriais produzidos. Constatou-se que apenas dois estabelecimentos empregam procedimentos adequados de armazenamento em tanques de alvenaria impermeabilizados com geomembranas, os quais representam apenas 7% do potencial produtivo relativo às destilarias de aguardente.

O levantamento das alternativas para a gestão dos resíduos gerados pela produção de aguardente e de álcool permite a constatação de uma gama de novas tecnologias, que abrem a perspectiva para outras possibilidades de utilização desses resíduos, atenuando o impacto causado pela sua disposição ao meio ambiente, internalizando parte dos custos ambientais

A tradicional prática de queima da palha para facilitar a tarefa de colheita é altamente degradadora das condições ambientais, enquanto a colheita da cana crua é tarefa de extrema penosidade, sendo recomendada apenas para os produtores de aguardente em pequenas áreas. Cabe ainda analisar o impacto social causado pela substituição da mão de obra do corte pela eventual colheita mecânica.

A vinhaça tem-se constituído, ao longo do tempo, na maior preocupação por representar o maior volume de resíduo e, conseqüentemente, maior potencial poluidor. Todo potencial poluidor, no entanto, pode ser transformado em fonte de biofertilizante, se utilizado em dosagens equilibradas e adequadas seguindo orientações técnicas. O uso da vinhaça como biofertilizante representa, acima de tudo, ganhos ambientais de grande relevância. A transformação de um despejo com potencial poluidor em fonte de benefícios representa a internalização de custos ambientais antes socializados.

A gestão dos resíduos sólidos desperta menor preocupação se comparada à gestão da vinhaça. A maior gama de possibilidade de aproveitamento desses materiais para uso agrícola ou industrial concorre para o menor potencial poluidor do bagaço e das cinzas. A demanda por fontes de energias renováveis tem gerado expectativa quanto à utilização do bagaço da cana como fonte de combustão para produção de energia. O uso em larga escala como matéria orgânica disposta em solo agrícola, tem sido o mais antigo e mais frequente emprego desse resíduo.

As práticas relatadas revelam reais oportunidades de ganhos ambientais pela utilização de resíduos sólidos, tanto do bagaço quanto das cinzas como matérias-primas alternativas, seja como meio de combustão, componentes fibrosos para chapas de partículas, produção de papel, seja como suplemento na alimentação de bovinos.

O mínimo impacto sobre o meio ambiente no manejo e utilização desses efluentes é realçado como um avanço importante na relação entre a produção de aguardente e de álcool, os quais representam externalidades socializadas coletivamente, ao passo que os resultados econômicos dessa produção são apropriados individualmente pelos empreendimentos.

A legislação ambiental deve ser capaz de considerar a responsabilidade privada pelo impacto causado, na medida em que os benefícios são de natureza privada e, por consequência, os custos de redução ou atenuação desses impactos também devem ser privados. Neste caso, trata-se de efetiva responsabilização social dos agentes empreendedores.

O princípio fundamental da responsabilidade socioambiental é de que o plano estratégico formal ou informal de qualquer empreendimento, concebido com a possibilidade de geração de poluentes, deve contar com a projeção que contemple a viabilidade econômica e financeira das alternativas para internalizar os custos ambientais atinentes ao projeto, sob o risco de esses empreendimentos se tornarem inviáveis. Nesse sentido, políticas públicas específicas para o modelo de produção e processamento de cana pela agricultura familiar, que envolvesse investimentos em pesquisa para melhoramento e adaptação varietal que prescindem a queimada, difusão de técnicas de redução de impactos, acompanhadas de programas gestão e de educação ambiental, poderiam representar uma significativa aproximação a tão almejada sustentabilidade socioambiental.

Referências

BARTHOLOMEU, D.B. *Questões ambientais*. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - ESALQ/USP. São Paulo, Julho, 2006. Disponível em: <www.cepea.esalq.usp.br/especialagro/EspecialAgroCepea_6.doc> Acesso em: 30 jan. 2012.

ELIA NETO, A. “Análise dos impactos ambientais da colheita de cana crua e do aproveitamento energético da palha”. Relatório nº RLT-073, MCT/PNUD. Contrato de Serviço nº 137/97/. CTC – Centro de Tecnologia Canavieira, Piracicaba, 1999. In: OMETTO, J. G. S. *O álcool combustível e o desenvolvimento sustentado*. São Paulo: PIC Editorial, 1998.

LEME, P. R. et al. Utilização do bagaço da cana-de-açúcar em dietas com elevada proporção de concentrados para novilhos Nelore em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, São Paulo, v. 32, n. 6, p. 1.786-1.791, 2003.

MILANEZ, B.; PORTO, M. F. Gestão ambiental e siderurgia: limites e desafios no contexto da globalização. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 3, n. 1, p. 4-21, 2009.

OLIVEIRA, E. L. et al. Uso da vinhaça de alambique e nitrogênio em cana-de-açúcar irrigada e não irrigada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 2009, v. 44, n. 11, p. 1.398-1.403.

RAMBO, A. G. *A contribuição da inovação territorial coletiva e da densidade institucional nos processos de desenvolvimento territorial local/regional: a experiência da Coopercana – Porto Xavier/RS*. 2006. 326 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, 2006.

RIBEIRO, J. C. G. M. *Fabricação artesanal da cachaça mineira*. Belo Horizonte: Perform, 1997.

RIGOTTO, R. *Mecanismos regulatórios da relação indústria e meio ambiente*. ABDL – Associação Brasileira para Desenvolvimento de Lideranças, 2002. Disponível em: <www.abdl.org.br/article/articleview/953/1/173>. Acesso em: 30 jan. 2012.

SILVA, M. A. S.; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. Uso da vinhaça e impactos nas propriedades do solo em lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, 2007, v. 11, n. 1, p. 108-114.

SOARES, W. L.; PORTO, M. F. Atividade agrícola e externalidade ambiental: uma análise a partir do uso de agrotóxicos no cerrado brasileiro. *Ciência e saúde coletiva*, vol. 12, n. 1, p. 131-143, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232007000100016>>.

STRECK, E. V. et al. *Solos do Rio Grande do Sul*. 2. ed. rev. ampl. Porto Alegre: Emater/RS; UFRGS, 2008. 222p.

UHDE, L. T.; FERNANDES, S. B. V. Sistemas de cultivo de cana na região de Porto Xavier (RS): fertilidade do solo e desenvolvimento local. In: *Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água*, 17. Rio de Janeiro, 2008 (1 CD-ROM).

VACARO, M.; LOPES, J. D. S. *Produção de cachaça orgânica*. Viçosa: CPT, 2003. 186 p.

Recebido em: 16/11/2013

Aceito em: 16/6/2014