



FNS – GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS
NA AGROINDÚSTRIA
CANAVIEIRA

unica





1. INTRODUÇÃO

A União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA) é a maior organização representativa do setor de açúcar e bioetanol do Brasil. Sua criação, em 1997, resultou da fusão de diversas organizações setoriais do Estado de São Paulo, contando atualmente com 136 companhias associadas, que são responsáveis por mais de 50% do etanol e 60% do açúcar produzidos no Brasil. O domínio técnico da UNICA compreende as áreas de meio ambiente, energia, tecnologia, comércio exterior, responsabilidade social corporativa, sustentabilidade, legislação, economia e comunicação.

A missão da UNICA é liderar o processo de transformação do tradicional setor de cana-de-açúcar em uma moderna agroindústria, capaz de competir de modo sustentável no Brasil e ao redor do mundo nas áreas de etanol, açúcar e bioeletricidade. Destaca-se do *rol* de suas prioridades e estratégias, “aperfeiçoar continuamente a sustentabilidade socioambiental da cadeia produtiva da cana-de-açúcar”, onde se insere a preocupação da UNICA com os recursos hídricos. Neste campo participa ativamente nos diversos Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, quer diretamente, quer através de seus associados, exercendo ainda a titularidade no Conselho Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo. O presente trabalho reafirma esta posição, procurando-se consubstanciar os avanços do setor na gestão das águas.

Ocasionalmente ainda é citada entre as entidades ligadas aos recursos hídricos e meio ambiente, de que a agroindústria sucroalcooleira é uma grande consumidora de água, ideia alimentada em valores de captação de água praticados pelo setor no passado, para fazer frente ao processo industrial. De fato o uso de água para o processamento industrial do açúcar e etanol é grande, não significando, porém, que a retirada de água dos recursos hídricos esteja no mesmo patamar, pois a captação de água vem diminuindo de forma abrupta no decorrer das últimas décadas, devido às práticas de reúso de água. Outro conceito errado muito difundido, até internacionalmente, é que a produção de cana necessita de irrigação, e isto não se aplica à produção de cana brasileira. Diferentemente da maioria dos países produtores, o Brasil e principalmente a região canavieira Centro-Sul, não utiliza água para a irrigação plena dos canaviais, e sim apenas irrigação de salvamento ou em algumas regiões específicas irrigação suplementar com lâminas de águas pequenas, normalmente utilizando os efluentes do processo industrial.

A indústria canavieira apresenta na sua cadeia produtiva etapas de processo que, se não adequadamente gerenciadas, podem desencadear no meio ambiente impactos indesejáveis, principalmente os associados ao solo e à água. Em bacias hidrográficas com menor disponibilidade de água, pode ser também um competidor expressivo pelos recursos hídricos. Estes impactos, que poderiam vir a degradar os recursos hídricos pelo seu uso intensivo, foram minorados há muito tempo com a gestão dos recursos hídricos, através do reúso eficiente da água captada, o que se pretende mostrar neste trabalho. Há décadas, o setor sucroenergético vem adotando uma postura mais moderna, voltada à conservação e ao uso racional da água, estabelecendo programas rigorosos de gestão ambiental e de recursos hídricos.

O processo de tomada de decisão para uma gestão ambiental eficaz da água não representa tão somente a necessidade de conformidade legal da atividade industrial, mas também a demonstração de responsabilidade social do setor produtivo. Além disso, o setor sucroenergético tem importante atuação no mercado internacional e um número crescente de países vem exigindo certificação ambiental de produtos, processos de produção e serviços. Como se vê, a competitividade exigirá, de forma cada vez mais presente, a reavaliação dos processos produtivos e a adoção de práticas de produção mais limpas, que otimizem os usos dos recursos naturais, dentre estes a água, um bem essencial à vida.



2. ESTRESSE HÍDRICO

A água é fundamental para a vida, sendo parte constituinte de todos os seres vivos de nosso planeta. A importância da água no desenvolvimento das atividades humanas não é só relacionada aos aspectos biológicos, mas também às atividades produtivas, induzindo desde os primórdios ao uso múltiplo das águas, que devem ser assegurados pela gestão eficaz dos recursos hídricos.

O Brasil, localizado em sua maior parte na Zona Intertropical, com domínio de climas quentes e úmidos, recebe chuva em cerca de 90% do seu território, normalmente variando de 1.000 a 3.000 milímetros anuais. A única grande área que foge a este padrão é o Sertão Nordestino, região que ocupa cerca de 10% do território nacional. Devido a estas características climáticas e às condições geomorfológicas dominantes, o Brasil possui importantes excedentes hídricos, cujo resultado é a existência de uma das mais vastas e densas redes de drenagem fluvial do mundo. Embora não haja um consenso sobre o assunto, estima-se que nosso país detenha algo entre 12% e 15% dos recursos hídricos disponíveis no mundo (OLIC, 2003, *apud* ELIA NETO *et al.*, 2009).

Nenhuma unidade federativa do Brasil apresenta índices de disponibilidade inferiores a 1.000 m³ anuais por habitante, porém os estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e o Distrito Federal, apresentam índices menores que 2.000 m³ anuais por habitante. A aparente abundância de água no Brasil tem sustentado uma cultura de desperdícios. Os problemas de abastecimento na atualidade ainda estão restritos a poucas áreas e decorrem da combinação de vários fatores, entre eles: da irregularidade das condições climáticas (Sertão do Nordeste); do crescimento do consumo e da degradação ambiental.

Neste sentido é necessário o desenvolvimento de técnicas e pesquisas que adiem, minimizem ou mesmo evitem o “estresse” hídrico no mundo. Podem-se delinear algumas alternativas neste sentido, que certamente implicam em tomadas de decisão e investimentos: redução do desperdício de água; P&D que minimize o consumo e evite o desperdício de água; tratamento e reúso da água; e preservação de mananciais e gestão de recursos hídricos.



3. SETOR SUCROENERGÉTICO E A PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS

Na safra de 2012/2013, conforme UNICA (2013) a produção canavieira alcançou os patamares de 23,3 milhões de m³ de etanol, 38,2 milhões de toneladas de açúcar, com a moagem de cana de 588,5 milhões de toneladas, conforme é apresentado na tabela 1. A área plantada em 2011 foi de 9,62 milhões de hectares, cerca de 13% na região canavieira Norte-Nordeste e 87% na região Centro-Sul, conforme estimativas elaborada e publicada no *site* www.unicadata.com.br (UNICA, 2013) a partir de informações do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Para a atual safra 2013/2014 a UNICA estimou um aumento de moagem de 10,67% na região canavieira do Centro-Sul.

Tabela 1 - Moagem de cana-de-açúcar e produção de açúcar e etanol - safra 2012/2013 (UNICA, 2013)

REGIÃO CANAVIEIRA	CANA-DE-AÇÚCAR (MIL TONELADAS)	AÇÚCAR (MIL TONELADAS)	ETANOL ANIDRO (MIL M ³)	ETANOL HIDRATADO (MIL M ³)	ETANOL TOTAL (MIL M ³)
Região Centro-Sul	532.758	34.097	8.730	12.632	21.362
Região Norte-Nordeste	55.719	4.149	1.115	740	1.855
Brasil	588.478	38.246	9.844	13.372	23.217

Fontes: UNICA, ALCOPAR, BIOSUL, SIAMIG, SINDALCOOL, SIFAEG, SINDAAF, SUDES e MAPA.

São números grandiosos que fazem do Brasil o maior produtor de açúcar e o segundo maior produtor de etanol no mundo, posições estas atingidas com um parque agroindustrial composto por cerca de 400 unidades produtoras distribuída pelo território brasileiro.

Assim, como se deve esperar, o setor também se destaca na sua demanda de água frente a outros setores. Considerando-se dados do Estado de São Paulo, o setor captou em 2007 cerca de 7% da água demandada pelos setores urbanos, irrigação e industrial, muito embora esta demanda fosse quase o dobro em 1990 (cerca 13%), conforme estimado por ELIA NETO *et al.* (2009). Assumindo dados atualizados de produção de cana no Estado de São Paulo (330 milhões de toneladas base safra 2012/13) e vazões captadas específicas da ordem de 1,26 m³/t cana (SMA-SP/ETANOL VERDE, 2013), a demanda absoluta de água do setor canavieiro para uso industrial é de cerca de 26,7 m³/s em um período de 180 dias de safra, o que corresponde a uma demanda relativa aos demais setores de 9% no período de safra, da demanda total de 298,085 m³/s estimada para cada estado (CRH, 2013), conforme se apresenta na tabela 2.



Tabela 2 - Comparação do crescimento do setor versus demanda de água no Estado de São Paulo de 1990 a 2012.

ANO		1990	2012	DIFERENÇA (%)
Moagem de cana - SP	M t/safra	131,1	330	151,7
Demanda total de água - SP	m ³ /s	353	298,085	-15,6
Demanda de água do setor - SP	m ³ /s	47	26,7	-43,2
Demanda relativa do setor	%	13,3	9,0	-32,7

Fontes: PERH 1990 - DAEE 2006; FERNANDES, 1996; ELIA NETO *et al.* 2009; CRH, 2013.

Como se observa no Estado de São Paulo, embora a produção canavieira tenha crescido cerca de 150% entre 1990 e 2012, a demanda absoluta de água pelo setor foi reduzida em cerca de 40% no mesmo período, demonstrando a maior eficiência na gestão de água pelo setor nesta época. A demanda relativa do setor decresceu cerca de 30% no período, demonstrando um menor impacto do setor nos recursos hídricos, propiciando uma disponibilização de água para os demais setores (industrial, urbano e rural).



4. USO DA ÁGUA NA INDÚSTRIA CANAVIEIRA

O balanço material de água de uma atividade industrial, ou mais comumente conhecido como balanço hídrico industrial, é uma excelente forma de se iniciar o processo para otimizar o uso e viabilizar o reúso de água. Ele permite identificar visualmente a situação atual da indústria e onde intervir para reduzir a captação de água. Pode-se modificar o tipo de equipamento, o processo ou ainda simplesmente a cultura da empresa e de seus funcionários, procedimentos estes contemplados no conceito de Produção mais Limpa (P+L).

O primeiro passo é a necessidade de conhecimento do processo (balanço de massa e de vapor no caso da indústria canavieira), com os levantamentos dos circuitos de água e efluentes, permitindo-se o planejamento do uso dos recursos hídricos e alterações necessárias. Na tabela 3 se encontra um resumo dos usos específicos médios de água na indústria sucroalcooleira, bem como a distribuição percentual destes usos nas diversas etapas e setores da produção.

Tabela 3 - Usos médios da água em unidades produtoras de açúcar e etanol.

SETOR	FINALIDADE		USO ESPECÍFICO	USO MÉDIO	
				[M ³ /T CANA]	[%]
Alimentação, preparo e extração (moendas e difusores)	Lavagem de cana		2,200 m ³ /t cana total	2,200	9,9
	Embebição		0,250 m ³ /t cana total	0,250	1,1
	Resfriamento de mancais		0,035 m ³ /t cana total	0,035	0,2
	Resfriamento óleo		0,130 m ³ /t cana total	0,130	0,6
Subtotal				2,615	11,8
Tratamento de caldo	Resfriamento da coluna de sulfitação ^(*)		0,100 m ³ /t cana açúcar	0,050	0,2
	Preparo de leite de cal		0,030 m ³ /t cana total	0,030	0,1
	Preparo de polímero ^(*)		0,015 m ³ /t cana açúcar	0,008	0,0
	Aquecimento do caldo	p/ açúcar ^(*)	160 kg vapor/t cana açúcar	0,080	0,4
		p/ etanol ^{(*)2 e (*)4}	50 kg vapor/t cana etanol	0,025	0,1
	Lavagem da torta		0,030 m ³ / t cana total	0,030	0,1
	Condensadores dos filtros		0,300 a 0,350 m ³ /t cana total	0,350	1,6
Subtotal				0,573	2,6
Fábrica de açúcar ^{(*)1}	Vapor para evaporação		0,414 t/t cana açúcar	0,207	0,9
	Condensadores/multijatos evaporação		4 a 5 m ³ /t cana açúcar	2,250	10,2
	Vapor para cozimento		0,170 t/t cana açúcar	0,085	0,4
	Condensadores/multijatos cozedores		8 a 15 m ³ /t cana açúcar	5,750	26,0
	Diluição de méis e magmas		0,050 m ³ /t cana açúcar	0,030	0,1
	Retardamento do cozimento		0,020 m ³ /t cana açúcar	0,010	0,0
	Lavagem de açúcar (1/3 água e 2/3 vapor)		0,030 m ³ /t cana açúcar	0,015	0,1
	Retentor de pó de açúcar		0,040 m ³ /t cana açúcar	0,020	0,1
Subtotal				8,367	37,8



SETOR	FINALIDADE	USO ESPECÍFICO	USO MÉDIO	
			[M ³ /T CANA]	[%]
Fermentação ^{(*)2}	Preparo do mosto	0 a 10 m ³ /m ³ etanol residual	0,100	0,5
	Resfriamento do caldo	30 m ³ /m ³ etanol	1,250	5,6
	Preparo do pé-de-cuba	0,010 m ³ /m ³ etanol	0,001	0,0
	Lavagem gases CO ₂ fermentação	1,5 a 3,6 m ³ /m ³ etanol	0,015	0,1
	Resfriamento de dornas	60 a 80 m ³ /m ³ etanol	3,000	13,6
Subtotal			4,366	19,7
Destilaria ^{(*)2}	Aquecimento (vapor)	3,5 a 5 kg/m ³ etanol	0,360	1,6
	Resfriamento dos condensadores	80 a 120 m ³ /m ³ etanol	3,500	15,8
Subtotal			3,860	17,4
Geração de Energia	Produção de vapor direto	400 a 600 kg/t cana total	0,500	2,3
	Dessuperaquecimento	0,030 l/kg vapor	0,015	0,1
	Lavagem de gases da caldeira	2,0 m ³ /t vapor	1,000	4,5
	Limpeza dos cinzeiros	0,500 m ³ /t vapor	0,250	1,1
	Resfriamento de óleo e ar dos turbo geradores	15 l/kW	0,500	2,3
	Água torres de condensação ^{(*)3}	38 m ³ /t vapor	6,0 (*3)	27,1
Subtotal			2,265	10,2
Outros	Limpeza de pisos e equipamentos	0,050 m ³ /t cana total	0,050	0,2
	Uso potável	70 l/funcionário dia	0,030	0,1
Subtotal			0,080	0,4
Total			22,126	100

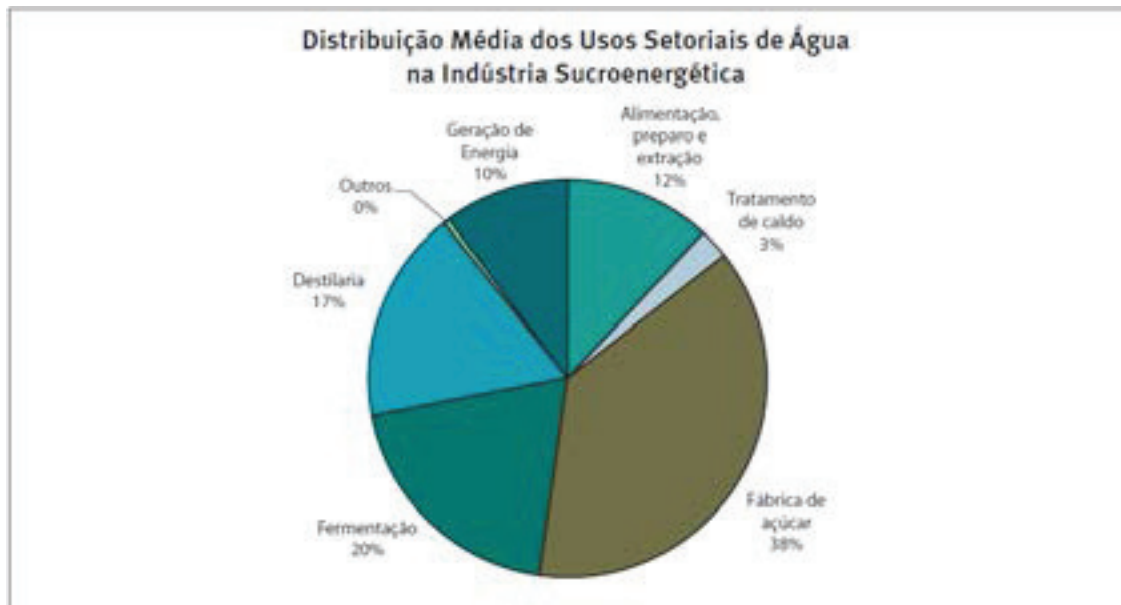
Obs.: (*1) itens que não participam do processo do etanol; (*2) os que não participam do processo de açúcar; (*3) os que participam apenas no caso de produção de energia excedente, não sendo computado nas somas, para retratar só a produção sucroalcooleira; e (*4) recuperando-se o calor do caldo para mosto.

O uso médio de água de uma usina com destilaria anexa, com um "mix" de produção de 50% de cana para açúcar e 50% para a produção do etanol resulta praticamente no valor de 22 m³/t cana. Observa-se que os usos não são estáticos ao longo do tempo, como pode ser exemplificado em relação à lavagem de cana, que vem diminuindo significativamente devido à tecnologia de produção mais limpa de cana a seco, com tendência de zerar o uso de água para esta operação, como apresentado na tabela 3.

Este uso médio varia pouco em função do tipo de usina, se destilaria anexa ou autônoma ou somente usina de açúcar, ou mesmo em função do "mix" de produção, pois os usos não comuns na produção de açúcar e etanol se compensam em termos de volumes, como pode ser observado no gráfico da figura 1. Nesta figura se verifica que a fábrica de açúcar usa em média 38% da água e a fermentação e destilação utilizam, juntas, cerca de 37% da água. Os demais usos se repartem em 12% para a seção de alimentação, notadamente ainda refletindo o uso para a lavagem de cana e para a geração de energia própria para a usina (10%).



Figura 1 - Distribuição média dos usos setoriais de água na indústria sucroenergética



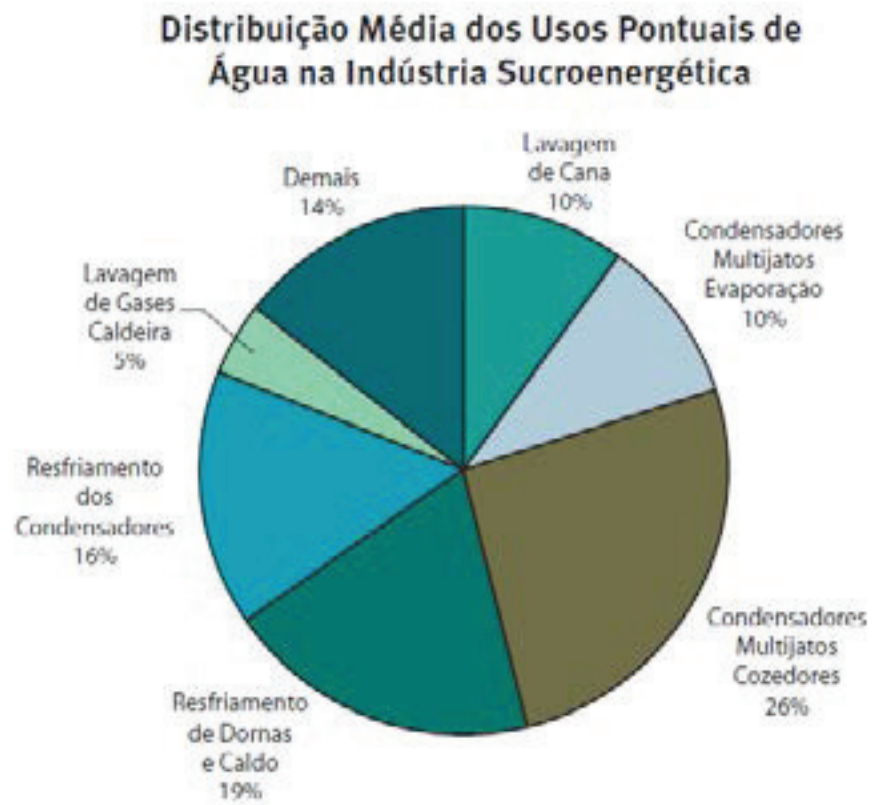
Fonte: Manual de Conservação de Reúso de Água na Agroindústria Sucroenergética, ELIA NETO *et al.*, 2009.

O uso médio estimado em aproximadamente 22 m³/t cana não reflete necessariamente a captação e nem o consumo de água, este definido como a água que não retornou ao corpo receptor. Devem ser consideradas as reutilizações da água nos vários circuitos, com ou sem tratamento, e mesmo aspectos de racionalização dos usos da água, chegando-se a uma captação bem menor, como se verá adiante, conforme o estágio de reutilização que a unidade industrial se encontra.

Na figura 2 observa-se a distribuição média das necessidades de usos de água para a condição média da indústria sucroenergética. Verifica-se que quatro grandes circuitos agregam quase que 90% da necessidade de água industrial, ressalvando-se que o peso da lavagem de cana vem diminuindo significativamente por conta da limpeza de cana a seco. Em virtude do uso deste tipo de tecnologia, o uso relativo de água nesta etapa do processo cai de 25% para 10%. As maiores porcentagens de uso de água estão associadas ao resfriamento de equipamentos, como evaporadores e cozedores (36%) e no resfriamento da destilaria, (com dornas, caldo e condensadores) cujo peso relativo é 35%. Com isto, se antevê os pontos em que se pode agir mais prontamente para se ter resultados significativos de redução de captação e consumo de água em um programa de racionalização e conservação da água industrial.



Figura 2 - Distribuição média dos usos pontuais de água na indústria sucroenergética



Fonte: Manual de Conservação de Reúso de Água na Agroindústria Sucroenergética, ELIA NETO *et al.*, 2009.



5. BOAS PRÁTICAS DO SETOR

A captação de água na indústria canieira decresceu rapidamente por força da legislação ambiental e da iminente implantação do sistema de cobrança pela utilização de recursos hídricos, com a promulgação da constituição de 1988.

A captação de água, que era de 20 a 15 m³/t cana a cerca de três, quatro décadas passadas, decorrente dos circuitos de uso de água abertos, passa a ser minimizada com a racionalização do uso de água pela reutilização e fechamento de circuitos. Em 1997, um levantamento realizado com a participação de 34 usinas da Copersucar indicou valores de captação de água de 5 m³/t cana moída, representando um valor mais condizente com o valor estimado em 1990 de demanda de água no Estado de São Paulo, que era de 5,6 m³/t de cana.

Mais recentemente se procedeu a um novo levantamento no setor sucroenergético nas usinas do âmbito da UNICA (notadamente concentradas no Estado de São Paulo), objetivando verificar quais os reflexos da política de cobrança pelo uso da água na racionalização deste recurso no setor. A tabela 4 apresenta estes resultados, podendo-se elaborar uma curva de tendência, mostrando o decréscimo da taxa média de captação de água no setor conforme a figura 3, incrementando o atual patamar tecnológico de captação de água para o setor no Estado de São Paulo em 2012 de 1,26 m³/t de cana (SMA-SP/Etanol Verde, 2013).

Tabela 4 - Evolução das taxas de captação, consumo e lançamento de água na indústria canieira (ELIA NETO, 2008).

TAXAS (M ³ /T CANA)	1990 ^(*1)	1995 ^(*2)	1997 ^(*3)	2004 ^(*4)
Captação	5,6	2,92	5,07	1,85
Consumo	1,8	1,60	0,92	-
Lançamento	3,8	1,32	4,15	-

Fontes: (*1) Plano Estadual de Recursos Hídricos – 1994/95 (CRH-SP,1994).

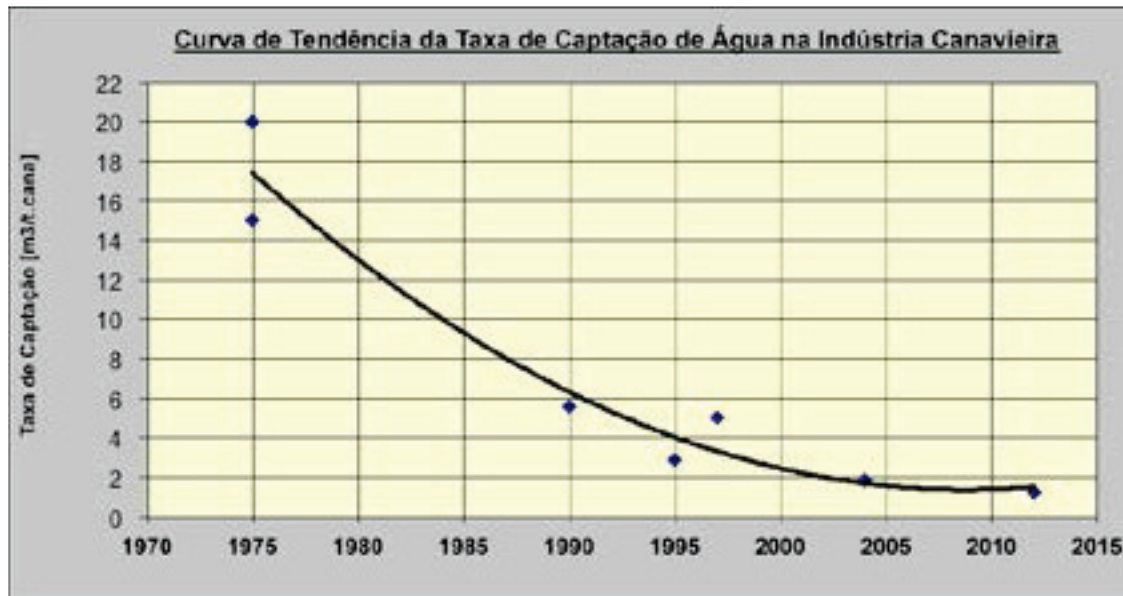
(*2) Levantamento expedito efetuado em 1995 pelo CTC com a participação de 39 usinas da Copersucar.

(*3) Levantamento (revisão) efetuado em 1997 pelo CTC com a participação de 34 usinas da Copersucar.

(*4) Levantamento efetuado em 2005 (dados de 2004) pela UNICA/CTC (ELIA NETO, 2005).



Figura 3 - Curva da tendência de decréscimo da captação de água na indústria canavieira.

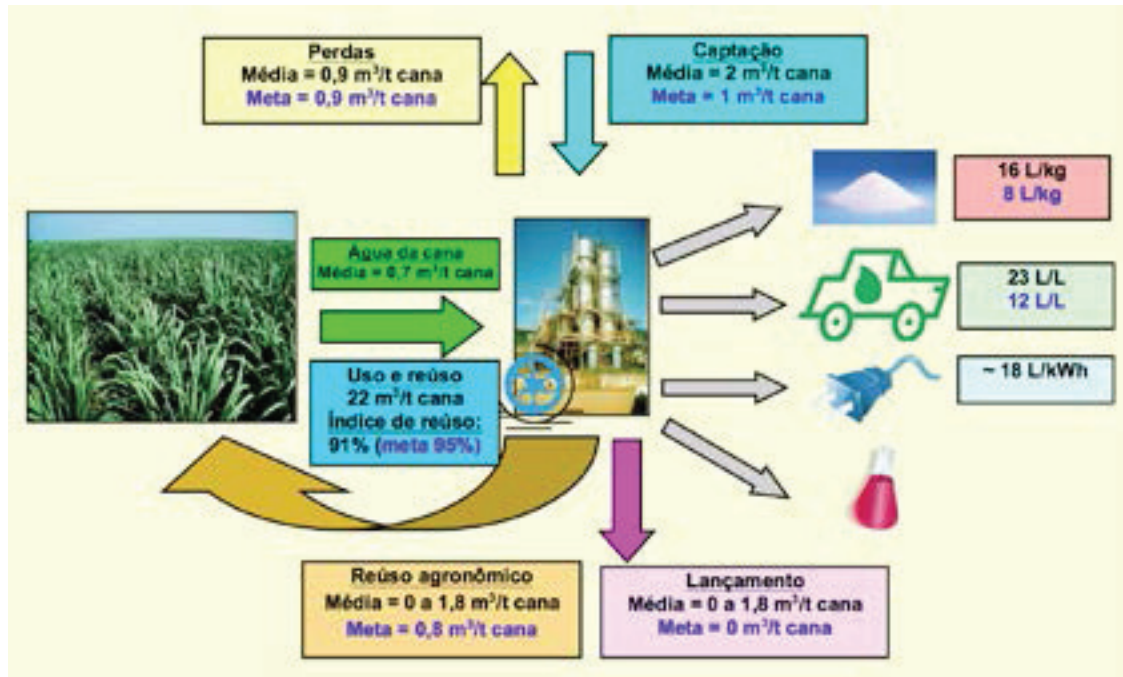


Tendo em vista reduzir a pressão sobre os recursos hídricos e os custos associados ao tratamento de água, tratamento de efluentes e custos decorrentes da cobrança pelo uso da água, o setor estabeleceu como meta para captação o valor de um metro cúbico de água para cada tonelada de cana processada ($1\text{m}^3/\text{t}$). Em relação aos efluentes, a meta é zerar o seu lançamento através da utilização dos despejos na fertirrigação da lavoura conjuntamente com a vinhaça. Neste cenário, o consumo de água, que é a diferença entre o captado e o lançado, ficaria ao redor da captação, ou seja, $1\text{m}^3/\text{t}$ de cana. Na realidade este consumo é um pouco maior, pois a própria cana traz consigo cerca de 70% de água que indiretamente também é consumida no processo, mas isto não representa um uso de recursos hídricos, e sim a utilização da própria água da cana, que poderia ser maximizada para um reúso mais nobre com tratamento terciário, inaugurando um conceito novo de produção da própria água para o processo industrial, ou seja, a “Usina de Água”, às custas de novas pesquisas no campo, dando-se um salto tecnológico nesta questão.

Na figura 4 é apresentado um balanço médio global da captação de água na indústria sucroenergética. A retirada média atual de água, principalmente nas usinas da região canavieira do Centro-Sul, é próximo a $2\text{m}^3/\text{t}$ cana, muito embora várias usinas já se situem em um maior patamar tecnológico, captando apenas $1\text{m}^3/\text{t}$ de cana com fechamento de circuitos de água e a prática de reúso.

Neste balanço de captação de água pode-se perceber que o setor pratica um índice de reúso de água em seu processo industrial de 95%. Isto propicia uma menor pressão por novas fontes de abastecimento de água, ao mesmo tempo em que a prática do reúso agrícola de despejos e resíduos na fertirrigação da lavoura de cana-de-açúcar contribui para a manutenção da qualidade dos mananciais, que não recebem o remanescente de poluição de eventuais sistemas de tratamento.

Figura 4 - Balanço médio global de água nas usinas sucroenergéticas com “mix” de produção de 50% de açúcar e 50% de etanol, em termos de cana.



Fonte: Manual de Conservação de Reúso de Água na Agroindústria Sucroenergética, ELIA NETO *et al.*, 2009 – revisado pelo autor.

Dados recentes indicam que a meta da captação de água de 1 m³/t cana já é uma realidade na maioria das usinas. Tecnologias de ponta em desenvolvimento e a serem desenvolvidas, possibilitarão aproveitar melhor a água contida na cana, e conseqüentemente a captação de água, podendo-se atingir um novo patamar de captação de água abaixo de 0,5 m³/t de cana processada, naturalmente com a viabilidade técnica e econômica destas novas tecnologias.

A recuperação e tratamento dos despejos industriais das usinas e destilarias são basicamente compostas por controles internos associados ao seu manejo e tipo de uso. As técnicas empregadas compreendem em recirculação, reutilização de despejos, uso de equipamentos mais eficientes e de processos menos poluidores, bem como emprego da fertirrigação da lavoura. Como consequência tem-se um menor gasto com água e energia de bombeamento; maior aproveitamento da matéria-prima; menor gasto com o controle externo; aproveitamento dos nutrientes (potássio e nitrogênio) e da matéria orgânica na lavoura, com ganhos de produtividade e melhoramento do solo.

Os efluentes não reutilizados são descartados após serem submetidos a sistemas de tratamento e controles adequados, de forma a atender os padrões previstos na legislação ambiental. O tratamento do efluente da água de lavagem de cana é feito mediante decantação, e o efluente do lavador de gases da chaminé por decantação e flotação. Efluentes de sistemas de resfriamento têm sua temperatura ajustada e os efluentes de lavagem de piso e equipamentos são tratados em caixas de areia e separadoras de óleo. O esgoto doméstico proveniente de áreas comuns é tratado conforme preconizado na NBR-7229 (1993).

Quanto aos aspectos das certificações internacionais ambientais, o setor tem adotado o padrão BONSUCRO, certificação esta que avalia também o melhoramento contínuo dos recursos hídricos, estabelecendo que na área industrial, a água captada seja inferior a 20 litros por kg de açúcar produzido e 30 litros de água por kg de etanol produzido (~37,5 L/L etanol).



Na agricultura, a água captada utilizada na irrigação deve ser inferior a 130 litros por kg de cana colhida, ou seja, 130 m³ por tonelada de cana. Deste modo, para um rendimento agrícola médio estimado de 85 t/ha, o limite sustentável de lâminas de água de irrigação preconizado pelo BONSUCRO é alto, em torno de 1.100 mm/ano, muito além do normalmente necessário utilizado para uma irrigação de salvamento ou suplementar pelo setor canavieiro do Brasil.

No caso da captação de água industrial para o processo de fabricação de açúcar e etanol, assumindo as produtividades médias industriais de 100 kg de açúcar por tonelada de cana e de 85 litros de etanol por tonelada de cana, os respectivos limites de captações aproximadas são 2 e 3,2 m³ de água por tonelada de cana. Conforme dados apresentados neste documento, pode-se observar que as usinas brasileiras têm condições de atender, com folga, estes padrões internacionais, e a maioria já atende, inclusive obtendo a certificação BONSUCO, demonstrando a sustentabilidade ambiental do setor quanto a este requisito.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRH-SP - Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos 2004/2007**. Relatório 1: Síntese dos Planos de Bacia, CHR, CORHI, Consórcio JMR Engecorps. São Paulo, junho, 2004.

CRH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo - PERH 2012-2015 - Volume I**. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos, São Paulo, 2013.

DAEE - Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. **Plano Estadual de Recursos Hídricos – 2004/2007 – Resumo**. São Paulo, SP, 2006.

ELIA NETO, A. Captação e Uso de Água no Processamento da Cana-de-Açúcar, in: MACEDO, I. C. et al. **A Energia da Cana-de-Açúcar: Doze estudos sobre a Agroindústria da Cana-de-Açúcar no Brasil e a sua Sustentabilidade**. UNICA, 2005.

ELIA NETO, A. **Água na Indústria da Cana-de-Açúcar**. "Position Paper" do Workshop Projeto PPPP: Aspectos Ambientais da Cadeia do Etanol de Cana-de-Açúcar - Painel I, FAPESP, CENBIO, CETESB e APTA. São Paulo, SP, 16/04/2008.

ELIA NETO, A.; SHINTAKU, A.; PIO, A.A.B.; CONDE, A.J.; FRANCESCO, F.; DONZELLI, J.L. **Manual de Conservação e Reúso de Água na Agroindústria Sucroenergética**. Coordenação Técnica: André Elia Neto. Publicado por: ANA – Agência Nacional de Águas; FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, UNICA – União da Indústria da Cana-de-Açúcar; e CTC – Centro de Tecnologia Canavieira. Brasília, 2009.

FERNANDES, A.C. **Desempenho da Agroindústria da Cana-de-Açúcar no Brasil (1970 a 1995)**. CTC - Centro de Tecnologia Copersucar. Piracicaba, SP, julho, 1996.

OLIC, N.B. **Recursos Hídricos das Regiões Brasileiras: Aspectos, Usos e Conflitos**. Revista Pan-gea, 5/5/2003.

SMA-SP - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **Programa Etanol Verde**. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/etanolverde/resultado-das-safras/>. Acesso em 19 agosto 2013.

UNICA União da Indústria da Cana-de-Açúcar. **Banco de Dados UNICADATA**. Site www.unicadata.com.br, acessado em 19 de agosto de 2013.

CRÉDITOS

André Elia Neto

Engenheiro consultor de meio ambiente e recursos hídricos da UNICA, representando a entidade no Conselho Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo.