

DEMANDA DE ÁGUA NOS PROCESSOS INDÚSTRIAS DE AÇÚCAR E ALCOOL

Torquato Jr, H.¹; Callado, N. H.²; Pedrosa, V. A.³;
Pimentel, I. M. C.⁴; Menezes, A. C. V.⁵ & Omena, S. P. F⁶

Resumo – Com a escassez dos recursos hídricos, a Lei 9.433/97 tem forçado o setor produtivo a minimizar seus consumos de água. A agroindústria da cana de açúcar é um grande usuário de água em diferentes etapas do processo, como: lavagem de cana; condensadores, lavadores de gases; embebição; caldeiras; lavagens, resfriamento, etc. A racionalização do uso da água na indústria requer um profundo conhecimento dos processos industriais e dos parâmetros quali-quantitativos requeridos desse insumo. Este trabalho apresenta um estudo de caso para a Usina Coruripe, em Coruripe-AL, onde foi realizados balanço hídrico e avaliação demanda de água por processo, visando opções de reúso interno e minimização da quantidade de água captada. Constatou-se que a usina utiliza quatro mananciais de abastecimento, que os circuito de água de lavagem de cana e de alimentação dos condensadores são semi-fechados e que a demanda hídrica é de 10,4 m³/TC.

Abstract – With the scarcity of the water resources, Law 9,433/97 has forced the productive sector to minimize its water consumption's. The industry a of the sugar sugar cane is a great water user in different stages of the process, as: laundering of sugar cane; condensers, washers of gases; drinking; boilers; launderings; cooling, etc. The rationalization of the use of the water in the industry requires a deep knowledge of the industrial processes and the quail-quantitative parameters required of this in seam. This work presents a study of case, in the Coruripe Plant, in Coruripe-AL, where it was carried through water rocking and evaluation water demand for process, objectifying to evaluate options of in the reuse and the least of the amount of water caught for the plant. It was evidenced

¹ Bolsista de iniciação tecnológica industrial, graduando em Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, Tabuleiro dos Martins, Maceió-AL. 57072-970, tel. (82) 214-1286; htjr@hotmail.com

² Professora do Departamento de Construção Civil e Transporte / CTEC / UFAL nhc@ctec.ufal.br

³ Professor do Departamento de Águas e Energia / CTEC / UFAL; vpedrosa@ctec.ufal.br

⁴ Bolsista de iniciação tecnológica industrial, graduanda em Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, irenemcp@yagahoo.com.br

⁵ Bolsista de iniciação tecnológica industrial, graduanda em Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – UFAL sylviapfo04@hotmail.com

⁶ Bolsista de iniciação tecnológica industrial, graduanda em Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – UFAL alinecvm@bol.com.br

that the plant uses four sources for supplying, that the water circuit of laundering of sugar cane and feeding of the condensers are half-closed and that its water demand is of 10,4 m³/TC.

Palavras-Chave – Indústria Sucro-Álcooleira; Demanda de água; Reuso.

INTRODUÇÃO

Atualmente 70% do total da água doce utilizada em todo o mundo destina-se à produção de alimentos. Nos Estados Unidos, a utilização das águas subterrâneas para abastecimento público e rural praticamente triplicou na última década, ganhando espaço para irrigação (13 milhões de hectares) e uso industrial (75%). Na Comunidade Européia a água subterrânea já é utilizada para abastecer quase 75% dos sistemas público. No Brasil, as reservas de água subterrânea dos seus aquíferos são estimadas em 112.000 km³, sendo a parcela utilizável, em condições hidrológicas equilibradas, de 800 km³/ano (ALMEIDA e SANTOS, 2003).

A demanda de água é constituída pelo uso doméstico, acrescida de outros usos como: indústria, comércio, agricultura, entre outras. Do total de água doce disponível no mundo somente 10% é destinada ao abastecimento urbano, 20% na indústria e 70% é usada na agricultura. Do total de água doce disponível no Brasil 59% é usada na agricultura, 22% é de uso doméstico e comercial e 19% é de uso da indústria.

Para fins de determinação da demanda, há dois grupos de indústrias: O primeiro, grandes consumidores, como por exemplo, usinas de cana de açúcar. O segundo, pequenos consumidores, em geral abastecidos por redes públicas, poços e rios (SETTI et al, 2001).

Em Alagoas o setor sucro-alcooleiro emprega cerca de 60 mil trabalhadores, e responde pela terceira maior produção nacional de açúcar (2.057.136 toneladas) e álcool (569.595 m³) na safra 2002/03. No entanto essa agroindústria é um grande consumidor água, tanto na irrigação quanto na indústria. Cerca de 90% das águas empregadas nas usinas devem-se basicamente a quatro operações: lavagem de cana (25%), águas dos condensadores barométricos ou multijatos da fabricação do açúcar (29%), águas de resfriamento de dornas da fermentação (14%) e águas dos condensadores de álcool (19%). De uma forma geral, utiliza-se cerca de 21 m³ de água/tonelada de cana esmagada, gerando proporcional quantidade de resíduos.

De acordo com ALMEIDA e SANTOS (2003) a meta da gestão de recursos hídricos é otimizar o uso da água na bacia hidrográfica compatibilizando a oferta à demanda, ao mesmo tempo em que se processa a recuperação do passivo ambiental da bacia. Para tanto a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97) estabeleceu dois mecanismos preponderantes: A outorga e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos. Como isso representa uma conta a ser paga pelo usuários

de recursos hídricos da bacia, pode ocorrer que este valor se eleve caso se constate que a situação dos recursos hídricos tenha se agravado. Outro fato é que se houver aumento do estresse hídrico da bacia, o volume outorgado pode ser reduzido ou, no máximo, mantido. Este quadro traz inconvenientes à indústria, uma vez que a redução da vazão outorgada poderá acarretar uma diminuição da atividade produtiva e a manutenção desta vazão poderá impossibilitar a expansão da empresa. Torna-se então necessário o setor produtivo a otimizar seus consumos hídricos

No âmbito do setor sucro-alcooleiro as usinas tem buscado tecnologias para reduzir o consumo e a captação de água. A Copersucar, por exemplo, devido às várias reutilizações, capta apenas cerca de 5,0 m³/TC (GUARNIERI e JANNUZI, 1992). Mas, com o fechamento dos circuitos principais, pode-se reduzir a captação para 1 m³/TC.

A Sabarácool, por exemplo, deixa de captar água fluvial para extraí-la da própria cana-de-açúcar. Com esta atitude a usina vem deixando de consumir – há pelo menos 10 anos - cerca de 156m³/h de água. Altos volumes de água são extraídos através da ebulição do caldo durante a condensação para obtenção do açúcar, isso após sua utilização no sistema de embebição e resfriamento, quando segue para a lavagem da própria matéria prima e é destinada à ferti-irrigação. Esse processo permite à usina minimizar o consumo de água fluvial (ÁLCOOLBRÁS, 2002).

O Grupo Cosan, um dos maiores produtores mundiais no setor sucro-alcooleiro, formado por doze usinas de São Paulo, implantou parcialmente em todas as suas unidades, a partir da safra 2002/03, o programa “Só Cana Pura”, cujo propósito é obter matéria-prima com baixos teores de impurezas, dispensando sua lavagem. No aspecto ambiental, a eliminação dessa etapa ainda libera a água para fins mais nobres (ÁLCOOLBRAS, 2003). Entretanto, em muitas usinas ainda há um intenso uso de métodos tradicionais, seja para a retirada de impurezas da cana, seja para a correção do pH e clareamento da água, ou para o controle de vazão sem linearidade, sem buscar alternativas redução ou reúso da água.

Segundo ALMEIDA e SANTOS (2003) entende-se por reúso a utilização de águas servidas pós-tratadas para atendimento do processo industrial e a reutilização como sendo o emprego de águas servidas para outras finalidades sem a necessidade de tratamento específico. Desta forma, a racionalização do uso da água na indústria requer um profundo conhecimento dos processos industriais no que se refere aos processos e os parâmetros quali-quantitativos requeridos desse insumo, e objetiva a redução da captação e do lançamento de efluentes no corpo hídrico do qual a indústria se serve.

Com esse trabalho pretende-se, através de um estudo de caso para a S.A Usina Coruripe Açúcar e álcool, despertar as empresas e os órgãos gestores de recursos hídricos para a necessidade de adoção de ações que resultem em benefícios para os corpos d'água, ao mesmo tempo em que

tragam benefícios econômicos para a indústria, tanto pela redução dos gastos com água, quanto pela disponibilidade de recursos hídricos para manutenção ou expansão de suas atividades produtivas.

OBJETIVO

O objeto geral deste projeto é o estudo do circuito da água na indústria de açúcar e álcool, buscando quantificar as demandas por processos e propor meios de redução no consumo e reuso da água, visando o uso racional.

METODOLOGIA

Esse trabalho foi desenvolvido dentro da unidade industrial S.A. Usina Coruripe Açúcar e Álcool-Matriz, e o princípio metodológico utilizado nesta pesquisa, envolveu duas ações específicas: identificação do fluxograma das águas e medições de vazões para identificação das demandas.

Identificação do fluxograma da água

O levantamento do fluxograma das águas envolvidas no circuito de alimentação das colunas barométricas foi realizado tendo como documento base à planta baixa do parque industrial, fornecida pela Usina, atualizada em campo durante as visitas técnicas, e registradas com documentação fotográfica. Durante o levantamento do fluxograma foram determinados os pontos de medição de vazão e de coleta de água para análise de qualidade.

Medições de vazões

As quantificações de vazões foram realizadas de três formas: medições nos condutos forçados, nos canais abertos e em vertedores.

As medições de vazão nas tubulações da unidade industrial utilizaram o aparelho medidor de vazão ultrassônico portátil de correlação por tempo de trânsito digital, Modelo DCT-7088 de tempo de trânsito, que opera por meio da medição da diferença de tempo necessário para que ondas sonoras se desloquem entre transdutores montados a jusante e a montante. Com base no tempo de trânsito das duas ondas sonoras. O aparelho registra instantaneamente as medições realizadas em intervalos de tempo definidos pelo usuário. Ao final da medição tem-se um registro gráfico da vazão, onde pode-se obter a vazão média, e a variação da mesma em torno deste valor (IEF, 1996).

As vazões dos canais foram realizadas medindo-se a área molhada através da altura da lâmina líquida, seção do canal, a velocidade média de escoamento e utilizando a equação da continuidade.

RESULTADOS E DISCUSSOES

Identificação do fluxograma de águas e resíduos

A Usina Coruripe capta água para o processo industrial, em quatro mananciais: Rio Coruripe, rio Draga, rio Santo Antônio e rio Paraná, que abastecem diferentes etapas do processo produtivo, como pode ser observado na Figura 1.

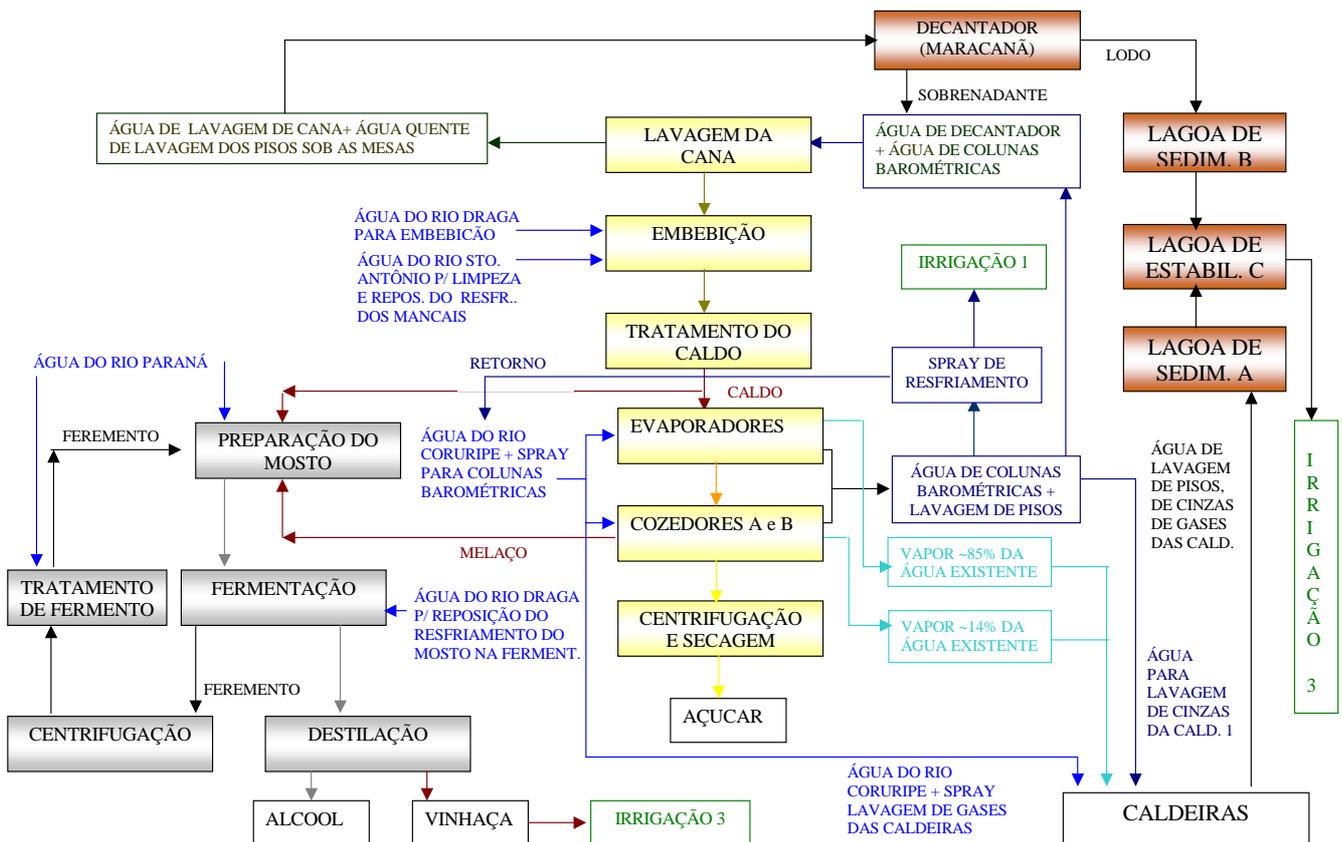


Figura 1 - Fluxograma geral das águas e resíduos da Usina Coruripe.

A cana que chega a indústria é pesada, retirada uma amostra para análise de sacarose e enviada para as mesas de lavagem de cana com aplicação de jatos d'água. A água depois de lavar a cana (ALC) é conduzida para uma peneira de esteira chamada "cush-cush", e em seguida é coletada por canais subterrâneos, que a conduz ao poço de sucção da elevatória 4 que recalca a ALC para um decantador circular (Maracanã), de fluxo contínuo. A água tratada (sobrenadante) no decantador é conduzida por gravidade até o poço de sucção da elevatória 3, misturando-se com a água de reposição proveniente das colunas barométricas. Desse poço de sucção parte da água é bombeada para as mesas de lavagem. A água excedente é descartada, por gravidade, para o poço de sucção da elevatória 4 que recalca água para o decantador circular juntamente com a ALC. Nesse poço de sucção uma parcela de água, devido ao vazamento de uma comporta, é encaminhada a um canal que

descarrega esse resíduo numa lagoa de sedimentação denominada de Lagoa A. A outra parte é enviada para o decantador, num circuito semi-fechado. O lodo decantado no fundo do decantador é enviado por gravidade para uma lagoa de sedimentação, denominada de Lagoa B. Os efluentes das Lagoas A e B são conduzidos a Lagoa C, e posteriormente são recalcados para a irrigação.

Após a lavagem, a cana é passada por um picador nivelador, seguido por um picador de facas oscilantes, e depois por um desfibrador transformando-se num material esponjoso, o qual é espremido, sucessivamente, em dois conjuntos moendas, um grande com 6 moendas Fives Lile de 34"x75" e um pequeno com 6 moendas Dedine de 26"x46". O bagaço que sai de uma moenda, leva um banho de água de embebição, com água proveniente do rio Draga e água condensada vegetal.

Nas moendas, além da água de embebição utiliza-se água para limpeza das moendas e resfriamento dos mancais. A água para limpeza das moendas é proveniente do rio Santo Antônio, e essa etapa gera um resíduo que é coletado por canaletas de drenagem situadas no piso. Já a água de refrigeração, proveniente do rio Draga, é mantida em circuito fechado, que depois de aquecida passa por uma torre de resfriamento e volta para a refrigeração. Nesse circuito existem perdas por vazamentos nos mancais, o quais são coletados pelas canaletas de drenagem, e perdas no trocador de calor. As águas drenadas são conduzidas às lagoas de sedimentação.

O caldo bruto extraído na moenda, passa por um processo de decantação para retirada de sólidos em suspensão, onde é aquecido a temperatura de 107°C. Na saída dos decantadores se obtém dois produtos: o caldo clarificado e a borra. A borra vai para filtração a vácuo (prensa), onde é recuperada a sacarose ainda existente, e retido os sólidos nela contidos. Esses sólidos constituem a "torta de filtro" que volta para o campo e serve como adubo orgânico. A parte líquida da borra é um caldo bastante sujo que é mandado de volta para a entrada do sistema de tratamento do caldo.

Parte do caldo clarificado segue para destilaria para fabricação de álcool e o restante, com aproximadamente 15° de Brix, entra em um conjunto de evaporadores de múltiplo efeito, para a evaporação de cerca de 85% da água, concentrando até cerca de 65° Brix, tomando consistência de um xarope. Este xarope passa por um flotador e em seguida é bombeado aos tachos de cozimento. Nos tachos de cozimento é dada continuidade a evaporação da água do xarope, se evaporam mais 14% da água primitiva, tornando o meio supersaturado dando as condições à cristalização da sacarose.

No primeiro vaso dos evaporadores tem-se a água condensada de escape que é reaproveitada nas caldeiras, para geração de vapor. Para complementação da água das caldeiras é utilizada água tratada proveniente do rio Santo Antônio. Nos demais vasos dos evaporadores e nos cozedores tem-se o vapor vegetal que é condensado nas colunas barométricas e utilizado na embebição das moendas e outros usos que necessitem de água quente.

As águas das colunas barométricas saem aquecidas e precisam ser resfriadas. No entanto nem toda a água das colunas barométricas segue para o resfriamento, um sistema de aspersão. As

barométricas descarregam suas águas em um canal subterrâneo e desse canal têm quatro caminhos distintos: uma parcela é encaminhada para reposição de água para lavagem de cana, a segunda parcela é enviada para o canavial, uma terceira parcela é bombeada ao resfriamento e a quarta cai dentro de um poço de sucção que recebe também a água de saída do spray, misturando essas duas águas.

Do poço de sucção uma parcela dessa água segue por duas tubulações até o canal de alimentação da elevatória de água do rio Coruripe, misturando-se a água do rio contida no canal, e o restante é bombeada para a Usina, cuja tubulação de recalque conecta-se a tubulação de recalque da elevatória do rio Coruripe e novamente alimenta as colunas barométricas num circuito semi-fechado.

As massas cozidas provenientes dos cozedores são misturas de cristais de sacarose e mel, que é constituído de água e substâncias dissolvidas (sacarose, sais minerais, etc). Com a ajuda de pouca água quente e vapor de água os cristais são lavados e saem da máquina com a cor branca natural da sacarose. Ele é então passado em um secador, onde a secagem é feita com ar quente. O produto seco e finamente embalado e armazenado ou transportado a granel para o terminal açucareiro.

Na destilaria da Coruripe a principal fonte de sacarose é o melaço, proveniente da centrifugação da fabricação do açúcar. O melaço é diluído em água limpa, proveniente do rio Paraná, e misturado com o caldo tratado, originando uma garapa chamada “mosto”. Esse mosto é colocado em dois tanques metálicos junto com o fermento (levedura) que se alimenta da sacarose e a transforma em álcool etílico e gás carbônico.

A fermentação é realizada em batelada, em oito pares de dornas de 4 estágios em série, sendo três pares de dornas no primeiro estágio, três pares de dornas no segundo, um par de dorna no terceiro e um par de dorna no quarto estágio. A transformação de sacarose em álcool etílico e gás carbônico é acompanhada de liberação de calor que eleva a temperatura de mosto. Por causa disso, o mosto é continuamente retirado das dornas e resfriado em um trocador de calor e bombeado de volta para as dornas. A água utilizada para resfriar o mosto é proveniente do rio Draga e é resfriada em uma torre de refrigeração de onde é novamente bombeada para trocar calor com o mosto.

Uma vez completada a fermentação, o mosto fermentado é bombeado para as centrifugas que separam a levedura do “vinho” (mistura de álcool e água). Este vinho, que contém cerca de 9,5% de álcool, segue para a dorna de estocagem (dorna de volante) enquanto que a levedura, com uma concentração de aproximadamente 60% segue para a unidade de tratamento do fermento. Nesta etapa utiliza-se água para limpeza de pisos e das centrifugas, proveniente do rio Draga, que é coletada por canaletas de drenagem situadas no piso.

A levedura após passar pelo processo de fermentação se “desgasta”, por ficar exposta a teores alcoólicos elevados. Após a separação do fermento do vinho, o fermento a 60% é diluído a 25% com adição de água proveniente do rio Paraná. Regula-se o pH promove-se o tratamento e depois de tratado o fermento volta para as dornas de fermentação para começar um novo ciclo fermentativo.

O vinho, com 9,5% em álcool é enviado para as colunas de destilação e separado em três frações líquidas: álcool anidro, álcool hidratado e vinhaça. O álcool anidro é destinado à indústria de perfumaria, bebidas e farmacêuticas. O álcool hidratado é utilizado como combustível, e a vinhaça, rica em água, matéria orgânica, nitrogênio, potássio e fósforo, é utilizada na lavoura como fertirrigação.

BALANÇO HÍDRICO

Depois de elaborado o fluxograma apresentado na Figura 1 e de posse dos dados de medição de vazões apresentados na Tabela 1 foi possível fazer o balanço hídrico do parque industrial da Usina.

Tabela 1 - Vazões médias observadas nos pontos de medição.

Ponto de medição de vazão	Vazão (m ³ /h)
1.Tubulação de recalque de água bruta do Rio Coruripe+sistema de resfriamento	9.470
2.Tubulação de recalque de água bruta do rio Draga p/ Usina.	315
3.Tubulação de recalque de água bruta do rio Draga p/ Destilaria.	480
4. Vertedor retangular de retorno de água da destilaria para o rio Draga.	204
5.Tubulação de recalque de água bruta do rio Paraná p/ Usina.	115
6. Tubulação de recalque de água bruta do rio Santo Antonio p/ Usina.	303
7. Tubulação de recalque de água bruta do rio Santo Antonio p/ ETA	105
8. Tubulação de recalque de água tratada da ETA p/ Usina.	297
9. Tubulação de água para lavagem de gás da caldeira 1.	120
10. Tubulação de água para as mesas lavagem de cana.	3.250
11. Tubulação de descarte de lodo do decantador (Maracanã).	2.957
12. Tubulação de água do Draga indo para a torre de resfriamento.	360
13. Tubulação de água de embebição das moendas grandes.	135*
14. Tubulação de água de embebição das moendas pequenas	55*
15.Tubulação de recalque de vinhaça indo para o campo.	212
16.Canal a montante da elevatória do sistema de resfriamento.	12.546
17.Canal a jusante da elevatória do sistema de resfriamento.	3.290
18.Canal de água para o canavial.	673
19.Canal de água do rio Coruripe a montante da elevatória	3.273
20.Canal de água do rio Coruripe + água do resfriamento a montante da elevatória	6.824

* Valores calculados por hidrômetros on-line e fixos existentes na linha de produção

Identificou-se que na Usina Coruripe existem cinco principais demandas de água: água para as colunas barométricas, água para lavagem de cinzas e gases das caldeiras, água para lavagem de cana, água para embebição das moendas, água para preparação do mosto e águas de resfriamento.

A água para as colunas barométricas, lavagem de cinzas e gases das caldeiras são oriundas do bombeamento direto do sistema de resfriamento (EE5=7.426 m³/h) adicionado da captação do Rio

Coruripe misturada com a água de recirculação proveniente do spray de resfriamento (EE3=9470 m³/h). A elevatória EE3 é a maior elevatória de água do parque industrial e possui duas tubulações de recalque que se unem, encaminhando água para as colunas barométricas e lavagem de cinzas. A vazão foi aferida em uma linha de recalque, onde se encontrou o valor de 4.735 m³/h. Como as duas bombas possuem as mesmas grandezas características, estimou-se a vazão apresentada.

O efluente da lavagem de gases, aproximadamente 600 m³/h, cai em uma canaleta de drenagem da usina e é encaminhado a lagoa de sedimentação A. Já a água das colunas barométricas, é recolhida em outro canal de drenagem e parte é conduzida para a lavagem de cana (2957 m³/h), parte para lavagem cinzas da caldeira 1 (120 m³/h), parte é enviada para o canavial (673 m³/h), parte é bombeada para o spray de resfriamento (9256 m³/h) e o restante para a EE5 (3290 m³/h).

O balanço hídrico do sistema de alimentação dos condensadores barométricos mostrou que a demanda de água desse sistema é de 15.826m³/h e a vazão de reposição desses condensadores, retirada do rio Coruripe, corresponde a 26% da demanda.

Em outra análise, dividindo esse valor (15.826m³/h) pela quantidade de cana moída na safra 2003/2004, na qual foram processadas 13.795,0TC/dia, verifica-se que a necessidade hídrica para esse processo é de 28,5m³/TC. Valor alto se comparado com os dados da literatura, que segundo BRAILE, (1979) esses equipamentos requerem cerca de 12m³/TC.

Quanto ao sistema de resfriamento (aspersores), neste há perdas importantes de água, embora este valor não pôde ser precisamente mensurado. Entretanto, calcula-se pelos dados de vazão obtidos no canal a montante (12.546 m³/h) e a jusante (3290 m³/h) da elevatória do spray, que retorna ao processo aproximadamente 8.793 m³/h, com uma perda que pode chegar até 5%, ou seja cerca de 463 m³/h.

A água resfriada nos aspersores, aproximadamente 8.793 m³/h, se junta com a remanescente do canal a montante da elevatória do spray (3290 m³/h), no poço de sucção da EE5 que recalca cerca de 7426 m³/h de volta para a indústria, e o excesso, cerca de 4.657 m³/h, retorna para o canal de adução do rio Coruripe, reduzindo no mesmo valor a demanda da Usina sobre o manancial. Dessa forma, fazendo-se um balanço hídrico, estima-se que a vazão retirada do rio Coruripe é em torno de 4813 m³/h.

No Rio Draga existe duas captações denominadas de EE6 e EE7. A água bruta captada do rio Draga (EE6), com vazão de 315m³/h, é utilizada na Usina, para embebição das moendas e como complementação da água de refrigeração. Na embebição das moendas grandes a vazão média foi de 135 m³/h enquanto que nas moendas pequenas foi de 55 m³/h, totalizando 190 m³/h, resultando numa vazão de água de reposição de 125m³/h. A vazão de recirculação da água de refrigeração medida na elevatória da torre de resfriamento (EE8) foi de 360 m³/h, significando um percentual de água de reposição de 34,7%.

A água do rio Draga captada na EE7 é utilizada na destilaria como água de resfriamento das dornas, a vazão média medida foi de 480m³/h. A água é recalçada até um tanque de recirculação cujo nível máximo é mantido por meio de um extravasor dotado de vertedor retangular, o qual retorna a água em excesso para o rio Draga. A vazão de retorno medida foi de 204m³/h, representando 42,5% da vazão de recalque, o que se traduz em desperdício de energia elétrica no bombeamento da EE7.

A água captada do rio Santo Antônio é utilizada com qualidades diferentes. A água bruta (Ponto 6) com vazão de 303 m³/h, é recalçada para um reservatório elevado e utilizada para lavagem de pisos e usos diversos. Esse reservatório possui um extravasor que retorna constantemente a captação, sendo mais um ponto de perda de energia. A água enviada para a ETA (Ponto 7) com vazão de 105 m³/h, após o tratamento (Ponto 8) a água é recalçada para um reservatório elevado para ser utilizada na reposição das caldeiras e para fabricação de soluções de produtos químicos utilizados no processo de fabricação.

Com relação às águas para lavagem da cana foi observado um valor médio de 3250 m³/h medido na tubulação de água que alimenta as três mesas de lavagem (ponto 10). A água para lavagem da cana é composta de duas parcelas. Uma proveniente do decantador, com vazão de aproximadamente 3000 m³/h e outra, água de reposição, proveniente das colunas barométricas (3087m³/h), essas água se misturam no poço de sucção da EE1, e uma parcela (3250 m³/h) é recalçada para a lavagem da cana, outra verte para o poço de sucção da EE2 que alimenta o decantador.

A água proveniente da lavagem da cana chega ao poço de sucção e mistura a água excedente da EE1. No poço de sucção cerca de 5% (300 m³/h) da água vaza pela comporta, sendo descartada na lagoa de sedimentação B. o restante é recalçado para o decantador circular. No decantador circular há uma descarga de fundo contínua com vazão de 2957 m³/h, que descarta na lagoa de sedimentação A, e o sobrenadante retorna a lavagem da cana, fechado o circuito de lavagem.

A taxa de aplicação de água para lavagem de cana, considerando a vazão de água para lavagem da cana (3250 m³/h) e quantidade de cana processada por dia, obtém-se o valor de 5,6m³/TC (metros cúbicos de água para lavagem por tonelada de cana esmagada). Esse é considerado um valor médio quando comparado com os dados da literatura.

Analisando-se o fluxo de água na industria estima-se que a vazão afluyente a lagoa de decantação A é da ordem de 3000 m³/h, enquanto que a da lagoa B é de 1350 m³/h.

AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

Considerando a soma das captações dos rios Coruripe, Draga, Santo Antônio e Paraná encontrara-se uma vazão de 5.972 m³/h. Dividindo esse valor pela quantidade de cana moída na

safrá 2003/2004, na qual foram processadas 13.795,0 TC/dia, verifica-se que a necessidade hídrica de processo é de 10,4 m³/TC. A Tabela 2 apresenta um quadro resumo das necessidades hídricas para o processo de fabricação de açúcar e álcool de 10 unidades industriais alagoanas. Essa informação serve para balizar as demandas da Usina Coruripe com suas congêneres.

Analisando a tabela 2 verifica-se que os valores oscilam fortemente, certamente influenciados por características técnicas da unidade, e também pela restrição hídrica local, que forçou consumos menores.

Tabela 2 - Necessidade hídrica para o processo industrial.

Usina	Cana Moída (TC/DIA)	Vazão (m ³ / h)	Necessidade hídrica (m ³ / TC)
USINA A / AL	12.000,00	4.000,00	8,00
USINA B / AL	10.000,00	2.400,00	5,80
USINA C / AL	7.000,00	1.500,00	5,20
USINA D / AL	9.000,00	1.200,00	3,20
USINA E / AL	10.000,00	300,00	0,70
USINA F / AL	8.000,00	3.000,00	9,00
USINA G / AL	6.000,00	2.900,00	11,60
USINA H / AL	7.200,00	1.300,00	4,30
DESTILARIA A / AL	5.500,00	2.800,00	12,20
DESTILARIA B / AL	4.000,00	1.680,00	10,10

Fonte: Buarque, 2003.

O destaque que é preciso dar, é que a restrição definidora do volume de água a ser captada dos mananciais para algumas usinas, como é o caso da Usina Coruripe-Matriz, não é a demanda hídrica para o processo de fabricação, e sim o consumo de água para a irrigação. Sendo proprietária de vastas terras e de canais no entorno da Usina, faz-se uso intensivo da irrigação.

Um fato que merece atenção especial é que a redução do consumo de água anda junto à redução do consumo de energia. Esta consequência traz, para a proposta de redução da demanda hídrica, a indicação de onde viriam os recursos financeiros para o investimento necessário. A economia de água levaria a uma economia de energia, que reduziria os custos da produção que, a depender de algumas decisões, poderiam ser usados em parte para financiar investimentos no aumento da eficiência do uso da água.

Fruto deste trabalho é a compreensão da inseparável trinca de aspectos que andam juntas na definição de políticas de redução de consumo de água em unidades industriais. São elas: as pressões pelo atendimento a padrões ambientais adequados sejam pelo mercado, sejam pelos poderes

públicos; os limites físicos-operacionais do processo de produção; e a sustentabilidade financeira do empreendimento, onde os custos projetados devem estar dentro de uma matriz de prioridades, sustentados pela receita gerada pela indústria.

CONCLUSÕES

Os dados coletados na usina mostraram que as duas maiores demandas de água do parque industrial são os condensadores barométricos e a lavagem de cana, respondendo por mais de 2/3 do consumo de água da unidade. No entanto esses dois sistemas possuem apenas recirculação parcial de água, sendo a reposição da água de lavagem de cana um reuso dos condensadores barométricos.

Verificou-se que a taxa de aplicação para a lavagem de cana foi de $5,6\text{m}^3/\text{TC}$, considerado um valor médio. No entanto para as colunas barométricas necessidade hídrica para esse processo foi de $28,46\text{m}^3/\text{TC}$, valor alto se comparado com os dados da literatura. Já para o processo como um todo se verificou que a necessidade hídrica de foi de $10,4\text{ m}^3/\text{TC}$, próxima dos limites superiores observados no estado de Alagoas.

Quanto às oportunidades de redução de consumo de água previamente estudadas, a quantidade de água utilizada dos condensadores barométricos merece atenção especial com relação à redução de sua demanda hídrica, assim como também a reposição de água do sistema de lavagem de cana.

Considerando que a demanda para irrigação contribui para determinar o volume de água a ser captado, a redução do consumo passa por uma negociação entre esta e a necessidade industrial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALMEIDA, R. A. de e SANTOS A. H. M. - O uso industrial da água e a gestão de recursos hídricos. - XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, ABRH, 2003.
- [2] CETESB,; “Sistemas de Recirculação de Águas de Lavagem de Cana”. DAEE; CETESB; São Paulo, Junho de 1981; Cap 8 e 9, pág 91 - 102.
- [3] DILALLO, R.; ALBERTSON, O. E. (1961). Volatile acids by direct titration. *Journal Water Pollution Control Federation*, v. 33, n. 4, p. 356 - 365.
- [4] IBGE. Folha Topográfica. “Região Nordeste do Brasil” SC 24-X-D-III-4. Pindorama. 1985.
- [5] IEF AUTOMAÇÃO. “Manual de Instruções para Medidor de Vazão Ultrassônico Por Tempo de Trânsito”. Modelo DCT7088. Marca Polysonics. Número MI004-a. Revisão A. São Paulo, 06 de Novembro 1996.

- [6] ORPLANA. “A Evolução da Produção da Cana-de-Açúcar no Período de 1960 a 1999”. Informativo 09. São Paulo, Setembro 2000. www.orplana.com.br/not163.htm, acessado em 22 de janeiro de 2004.
- [7] S.A. USINA CORURUPE. “Boletim Diário de Produção”. Safra 2003/2004. Data de Boletim 27/01/2004. Coruripe, AL. Janeiro de 2004.
- [8] SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. de M.; PEREIRA, I. C.; “Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos”. Agência Nacional de Energia Elétrica; Agências Nacionais de Águas, 3ª ed., Brasília, 2001.
- [9] UNICA. União da Agroindústria Canavieira de São Paulo, “Agroindústria da Cana-de-Açúcar: Alta Competitividade Canavieira”, http://www.unica.com.br/pages/agroindustria_alta.asp, acessado em 15 de dezembro de 2003.