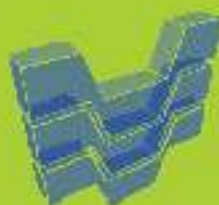




CÍTRICOS

SÉRIE P+L



(página em branco)



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
Geraldo Alckmin
Governador

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
José Goldemberg
Secretário

CETESB Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Rubens Lara
Diretor Presidente

São Paulo
2005



Rubens Lara
Diretor Presidente

Alaôr Lineu Ferreira
Diretor de Gestão Corporativa

Otávio Okano
Diretor de Controle de Poluição Ambiental

Lineu José Bassoi
Diretor de Engenharia, Tecnologia e Qualidade Ambiental

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

Y18s Yamanaka, Hélio Tadashi

Sucos cítricos / Hélio Tadashi Yamanaka. - - São Paulo : CETESB,
2005.

45 p. (1 CD) : il. ; 30 cm. - - (Série P + L)

Disponível em : <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>.
ISBN

1. Bebidas – indústria 2. Fruta – polpa 3. Poluição – controle 4.
Poluição - prevenção 5. Processo industrial – sucos 6. Processo industrial
– laranja 7. Produção limpa 8. Resíduos industriais – minimização I. Título.
II. Série.

CDD (21.ed. Esp.) 663.630 286 CDU (ed. 99 port.) 628.51 : 663.813
628.51 : 634.31

Margot Terada CRB 8.4422

TERMO DE ISENÇÃO DE RESPONSABILIDADE

O presente documento, editado pela CETESB, tem o intuito de apresentar a empreendedores e demais interessados as principais informações ambientais sobre o setor produtivo em questão, incluindo exemplos de alternativas de reconhecido valor na busca de uma Produção mais Limpa.

O sucesso da implementação das medidas aqui propostas no entanto depende de diversos fatores, de forma que *a CETESB não se responsabiliza pelos resultados ou por quaisquer consequências decorrentes do uso das medidas aqui propostas*, devendo cada empresa avaliar seu caso individualmente com o devido cuidado, antes da implementação das alterações.

Ademais, a descrição dos processos e dos dados apresentados ao longo deste documento são exemplificativos da média do setor, tomados com base em um reduzido número de empresas. Portanto não correspondem necessariamente à realidade de todas as empresas do setor produtivo, e variações podem e devem ocorrer em função de diferenciações de produtos ou rotas de produção, nível tecnológico, idade da planta, entre outros fatores. Desta forma, *a CETESB ressalta que os exemplos citados não consistem em determinações legais de nenhuma natureza.*

Por fim, a CETESB reconhece que todas as empresas devem se empenhar na busca de uma Produção mais Limpa. Porém esta intenção, ou mesmo a adoção de medidas concretas neste sentido, *não isenta de forma alguma as empresas do cumprimento da legislação ambiental vigente*, tampouco as isenta de quaisquer outros instrumentos normativos dotados de força de lei.

APRESENTAÇÃO

É com grande satisfação que, em nome da CETESB, apresento este *Guia Técnico Ambiental*, documento informativo que pretende apoiar as empresas na melhoria ambiental por meio da adoção de medidas de Produção mais Limpa (P+L) em seus processos.

Historicamente a CETESB tem o foco de sua atuação voltado às ações de monitoramento do meio (ar, água e solo), licenciamento das fontes potencialmente poluidoras e ao controle ambiental da contaminação, fazendo cumprir a legislação ambiental mediante as chamadas medidas de “fim-de-tubo”. Nestes mais de 35 anos de atividade, a atuação da CETESB promoveu notáveis avanços na garantia de um entorno mais limpo e saudável à população, tornando a empresa uma referência ambiental no país e no exterior.

Nos últimos anos no entanto uma outra forma de atuação tem se delineado, principalmente como resposta a mudanças na própria sociedade. A percepção e o reconhecimento da importância da questão ambiental por parte das indústrias tem levado à incorporação de práticas da Produção mais Limpa como uma forma de enfim congregar vantagens econômicas com benefícios ambientais. As empresas têm percebido que a Produção mais Limpa significa, no fundo, a inclusão da variável ambiental nas ações de melhoria das operações, e atuando desta forma sobre seus processos produtivos, muitas delas já reduziram seus resíduos na fonte, obtendo ainda minimização de seus custos de produção. Esta vantagem das medidas de Produção mais Limpa destaca-se ainda mais se contrastada com o alto custo operacional do tratamento e da gestão dos resíduos gerados pelas empresas, o que mostra claramente que esta é uma ferramenta de interessante utilização prática.

De modo a evoluir em seu modo de atuar junto às potenciais fontes de poluição, a CETESB tem desenvolvido desde 1996 trabalhos de Prevenção à Poluição e Produção mais Limpa junto a diversos setores produtivos. Estes trabalhos representam uma nova forma de interagir com a indústria, não apenas acompanhando a mudança de paradigma em curso por parte de algumas empresas, como também visando despertar esta consciência nas demais.

O presente *Guia Técnico Ambiental* tem como objetivo informar as empresas deste setor produtivo, ainda que de modo sucinto, a importância e as alternativas preventivas no trato de suas questões ambientais. De modo algum as possibilidades aqui levantadas pretendem esgotar o assunto - antes de ser um “ponto final”, estas constituem um “ponto de partida” para que cada empresa inicie sua busca por um desempenho ambiental cada vez mais sustentável.

Por fim, deixo os votos de sucesso nesta empreitada a cada uma das empresas que já despertaram para esta nova realidade, esperando que este *Guia* sirva de norte para a evolução da gestão ambiental no Estado de São Paulo, evidenciando que mediante a Produção mais Limpa é possível um desenvolvimento industrial que congrege o necessário ganho econômico com a imprescindível adequação ambiental.

Rubens Lara
Diretor- Presidente da CETESB

Diretoria de Engenharia, Tecnologia e Qualidade Ambiental
Engº Lineu José Bassoi

Depto. de Desenvolvimento, Tecnologia e Riscos Ambientais
Eng^a. Angela de Campos Machado

Divisão de Tecnologias Limpas e Qualidade Laboratorial
Farm. Bioq. Meron Petro Zajac

Setor de Tecnologias de Produção mais Limpa
Engº Flávio de Miranda Ribeiro

Elaboração

Engº Hélio Tadashi Yamanaka

Colaboração

Adermerval Garcia – ABECITRUS

Elide M.G.França – ABECITRUS

Engº. José Jorge Guimarães - CGDAR

Ligia Cristina G. de Siqueira - ETQR

Michael Ohlsen – FDEP

Prof. Rafael Roberto Aloisi – ESALQ/USP

Engº. Márcio Barbosa Tango - CGDBA

Prof. Paul N. Walker – Penn University

Flavio Cioffi – Contento Trade

Eng.^a. Creuza Aparecida Finotti -CPCLI

Marie Yamamoto do Valle Quaresma - CETESB

Fátima Feliciano da Silva - EINP

Estagiário Murilo Uliana- EINP

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. PERFIL DO SETOR.....	16
3. DESCRIÇÃO DO PROCESSO INDUSTRIAL.....	17
3.1. Obtenção de suco de laranja concentrado.....	17
a) Recebimento e seleção de frutos.....	17
b) Armazenamento nos bins.....	18
c) Lavagem dos frutos.....	18
d) Seleção e Classificação.....	18
e) Extração do Suco de Laranja.....	18
f) Ajuste do Teor de Polpa.....	20
g) Pasteurização e Concentração do Suco de Laranja.....	20
h) Resfriamento e Armazenamento.....	20
3.2 Obtenção de Sub-produtos.....	21
a) Óleo essencial.....	21
b) Farelo de polpa cítrica.....	21
c) Pulp-wash.....	21
d) D-limoneno	22
3.3 Utilidades e operações auxiliares.....	24
a) Lavagem dos equipamentos.....	24
b) Sistemas de limpeza CIP (clean in place).....	24
c) Produção de água quente e vapor.....	25
d) Refrigeração.....	25
e) Tratamento de água.....	25
f) Tratamento de efluentes.....	25
3. PRINCIPAIS ASPECTOS AMBIENTAIS.....	26
3.1. Uso de insumos.....	26

3.2.Principais poluentes gerados.....	26
a) Efluentes líquidos.....	26
b) Emissões atmosféricas	27
b.1) Material Particulado.....	27
b.2) SOx e NOx.....	28
b.3) Odor e VOC	28
c) Resíduos sólidos.....	29
4 MEDIDAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L).....	31
4.1. Aproveitamento de condensados do processo de produção do suco de laranja e do farelo de polpa cítrica	31
a) Uso do condensado do T.A.S.T.E. (A).....	31
b) Uso do condensado para lavagem de frutas(A).....	31
c) Reposição da água de caldeira com o condensado(A).....	31
d) Uso do condensado para a produção do pulp-wash(A).....	31
e) Uso do condensado para o processo do óleo essencial(A).....	32
f) Uso do condensado para preparar a solução de limpeza dos equipamentos(A).....	32
g) Uso do condensado para limpeza de pisos(A).....	32
h) Uso do condensado para primeira passada de enxágüe na lavagem do evaporador(B).....	32
i) Uso do condensado do W.H.E. para preparar a solução de limpeza do próprio evaporador(B).	32
4.2 Reciclagem de resíduos gerados nos processos de fabricação do suco de laranja.....	32
a) Aproveitamento de todos os resíduos gerados no processamento para a fabricação de farelo de polpa cítrica(A).....	32
4.3 Redução no uso de produtos químicos.....	33
a) Equalização do pH dos efluentes sem a adição de produtos químicos(B).....	33
b) Reuso da solução cáustica saturada na fabricação de ração(B).....	33
c) Recuperação da soda cáustica da solução de limpeza(B).....	33
4.4.Redução na geração de resíduos de processo.....	33

a) Melhoria do desenho das calhas transportadoras de laranja entre os bins e os classificadores (D).....	33
4.5. Modificações do processo.....	34
a) Pré-concentração do suco de laranja por Osmose Reversa(C).....	34
b) Automação do processo de lavagem dos equipamentos(B).....	34
c) Primeira limpeza das tubulações de transporte de FCOJ através de PIGs(C).....	34
4.6. Medidas de modificação no processo/redução de odor.....	34
a) Uso de extratores de óleo Brown para aumentar rendimento de extração de óleo essencial de laranja(C).....	35
b) Enclausurar as calhas transportadoras de bagaço moído, as peneiras estáticas do licor prensado e os resfriadores de pellets(D).....	35
c) Uso de equipamento de oxidação térmica regenerativa (RTO)(C).....	35
d) Utilização de enzimas para aumentar o rendimento de extração do suco e do óleo essencial de laranja(B).....	35
e) Melhoria da prensagem da massa de bagaço para extrair mais licor de prensagem(B).....	36
f) Usar processo de extração de óleo essencial com aplicação de alta pressão seguido de vácuo (D).....	36
g) Extrair o óleo essencial presente no licor de prensagem por destilação à vácuo(C).....	36
h) Cobertura das mesas de lavagem para que a água nebulizada não seja arrastada pelo vento (D).....	36
i) Extração da pectina por injeção de vapor(D).....	37
4.7. Uso racional de energia	37
a) Energia elétrica.....	37
a.1) Sistema de refrigeração.....	37
a.2) Motores.....	37
a.3) Outros procedimentos.....	38
b) Calor.....	38
b.1) Evaporadores.....	38
b.2) Retorno de condensado.....	40

5. GLOSSÁRIO.....	41
6. BIBLIOGRAFIA.....	44

(página em branco)

1. INTRODUÇÃO

Este guia foi desenvolvido para levar até você informações que o auxiliarão a integrar o conceito de *Produção Mais Limpa* (P+L) à gestão de sua empresa. Ao longo deste documento você poderá perceber que, embora seja um conceito novo, a P+L trata, principalmente, de um tema bem conhecido das indústrias: a melhoria na eficiência dos processos.

Contudo, ainda são muitas as dúvidas na hora de adotar a gestão de P+L no cotidiano das empresas. De que forma ela pode ser efetivamente aplicada nos processos e na produção? Como integrá-la ao dia-a-dia dos colaboradores? Que vantagens e benefícios traz para a empresa? Como uma empresa de pequeno porte pode trabalhar à luz de um conceito que, à primeira vista, parece tão sofisticado ou dependente de tecnologias caras?

Para responder a essas e outras questões, este guia traz algumas orientações teóricas e técnicas, com o objetivo de auxiliar você a dar o primeiro passo na integração de sua empresa a este conceito, que tem levado diversas organizações a uma produção mais eficiente, econômica e com menor impacto ambiental.

Em linhas gerais, o conceito de P+L pode ser resumido como uma série de estratégias, práticas e condutas econômicas, ambientais e técnicas, que evitam ou reduzem a emissão de poluentes no meio ambiente por meio de ações preventivas, ou seja, evitando a geração de poluentes ou criando alternativas para que estes sejam reutilizados ou reciclados.

Na prática, essas estratégias podem ser aplicadas a processos, produtos e até mesmo serviços, e incluem alguns procedimentos fundamentais que inserem a P+L nos processos de produção. Dentre eles, é possível citar a redução ou eliminação do uso de matérias-primas tóxicas, aumento da eficiência no uso de matérias-primas, água ou energia, redução na geração de resíduos e efluentes, e reuso de recursos, entre outros.

As vantagens são significativas para todos os envolvidos, do indivíduo à sociedade, do país ao planeta. Mas é a empresa que obtém os maiores benefícios para o seu próprio negócio. Para ela, a P+L reverte em redução de custos de produção; aumento de eficiência e competitividade; diminuição dos riscos de acidentes ambientais; melhoria das condições de saúde e de segurança do trabalhador; melhoria da imagem da empresa junto a consumidores, fornecedores, poder público, mercado e comunidades; ampliação de suas perspectivas de atuação no mercado interno e externo; maior acesso a linhas de financiamento; melhoria do relacionamento com os órgãos ambientais e a sociedade, entre outros.

Por tudo isso, vale a pena adotar essa prática, principalmente se a sua empresa for pequena ou média, e esteja dando os primeiros passos no mercado, pois, com a P+L, você e seus colaboradores já começam a trabalhar certo desde o início. Ao contrário do que possa parecer num primeiro momento, grande parte das medidas são muito simples. Algumas já são amplamente disseminadas, mas, neste guia, elas aparecem organizadas segundo um contexto global, tratando da questão ambiental por meio de suas várias interfaces: a individual relativa ao colaborador; a coletiva referente à organização; e a global, que está ligada

às necessidades do país e do planeta. É provável que, ao ler este documento, em diversos momentos, você pare e pense: “mas isto eu já faço!” Tanto melhor, pois isso apenas irá demonstrar que você já adotou algumas iniciativas para que a sua empresa se torne mais sustentável. Em geral, a P+L começa com a aplicação do “bom senso” aos processos, que evolui com o tempo até a incorporação de seus conceitos à gestão do próprio negócio.

É importante ressaltar que a P+L é um processo de gestão que abrange diversos níveis da empresa, da alta diretoria aos diversos colaboradores. Trata-se não só de mudanças organizacionais, técnicas e operacionais, mas também de uma mudança cultural que necessita de comunicação para ser disseminada e incorporada ao dia-a-dia de cada colaborador.

É uma tarefa desafiadora, e que, por isso mesmo, consiste em uma excelente oportunidade. Com a P+L, é possível construir uma visão de futuro para a sua empresa, aperfeiçoar as etapas de planejamento, expandir e ampliar o negócio, e o mais importante: obter simultaneamente benefícios ambientais e econômicos na gestão dos processos.

De modo a auxiliar as empresas nesta empreitada, este guia foi estruturado em quatro capítulos. Inicia-se com a descrição do perfil do setor, no qual são apresentadas suas subdivisões e respectivos dados socioeconômicos de produção, exportação e faturamento, entre outros. Em seguida, apresenta-se a descrição dos processos produtivos, com as etapas genéricas e as entradas de matérias-primas e saídas de produtos, efluentes e resíduos. No terceiro capítulo, você conhecerá os potenciais impactos ambientais gerados pela emissão de rejeitos dessa atividade produtiva, o que pode ocorrer quando não existe o cuidado com o meio ambiente.

O objetivo deste material é demonstrar a responsabilidade de cada empresa, seja ela pequena, média ou grande, com a degradação ambiental. Embora em diferentes escalas, todos contribuimos de certa forma com os impactos no meio ambiente. Entender, aceitar e mudar isso são atitudes imprescindíveis para a gestão responsável das empresas.

O último capítulo, que consiste no “coração” deste guia, mostrará alguns exemplos de procedimentos de P+L aplicáveis à produção: uso racional da água com técnicas de economia e reuso; técnicas e equipamentos para a economia de energia elétrica; utilização de matérias-primas menos tóxicas, reciclagem de materiais, tratamento de água e de efluentes industriais, entre outros.

Esperamos que este guia torne-se uma das bases para a construção de um projeto de sustentabilidade na gestão da sua empresa. Nesse sentido, convidamos você a ler este material atentamente, discuti-lo com sua equipe e colocá-lo em prática.

2. PERFIL DO SETOR

O presente manual é uma iniciativa que visa apresentar um setor industrial pujante e ao mesmo tempo desconhecido para a grande maioria das pessoas. Em que pese as dificuldades de obtenção de informações, cremos que o trabalho será um dos primeiros passos para que o tema produção mais limpa seja considerado de forma mais atenta pelo setor industrial em questão.

Muitas das medidas já são aplicadas pela indústria de sucos concentrados e outras não. Pela sua importância para o país e especialmente para o Estado de São Paulo, a aquisição de diferenciais competitivos atrelados a questão ambiental será mais um fator de inserção da atividade no plano mundial.

Certos de que esse manual é só um primeiro passo, esperamos que o documento evolua a partir de seu lançamento com as correções cabíveis para as edições posteriores.

Para encerrar, a citricultura brasileira apresenta grandes avanços e desafios nas próximas décadas. A preocupação social do setor manifestada em várias ações institucionais é patente. Oxalá a questão ambiental chegue a esse nível e torçamos para que tal aconteça.

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de suco de laranja e seus subprodutos, disputando com os Estados Unidos a hegemonia nesse mercado. O Estado de São Paulo concentra 80% da produção de frutas e 90% da capacidade de processamento**(6)(8)**. As regiões do Estado tradicionalmente ligadas ao setor são representadas pelos municípios de São José do Rio Preto, Limeira, Araraquara, Jaboticabal e Barretos. **(6)** Atualmente, 10 indústrias filiadas a ABECITRUS (Associação Brasileira dos Exportadores de Cítricos), respondem por 98% da produção nacional de suco de laranja concentrado.**(3)** A atividade envolve 320 municípios paulistas com emprego direto de 400 mil pessoas e 11 do Triângulo Mineiro.**(9)**

3. DESCRIÇÃO DO PROCESSO INDUSTRIAL

3.1.Obtenção de suco de laranja concentrado

O processo de obtenção do suco de laranja concentrado e congelado (SLCC), mais conhecido pela sua sigla em inglês (*FCOJ-frozen concentrated orange juice*) consiste de uma série de operações industriais de grande escala. Além do suco de laranja, há vários subprodutos obtidos da laranja. A figura 1 ilustra o rendimento teórico de produtos e subprodutos obtidos a partir de 100kg de laranjas.

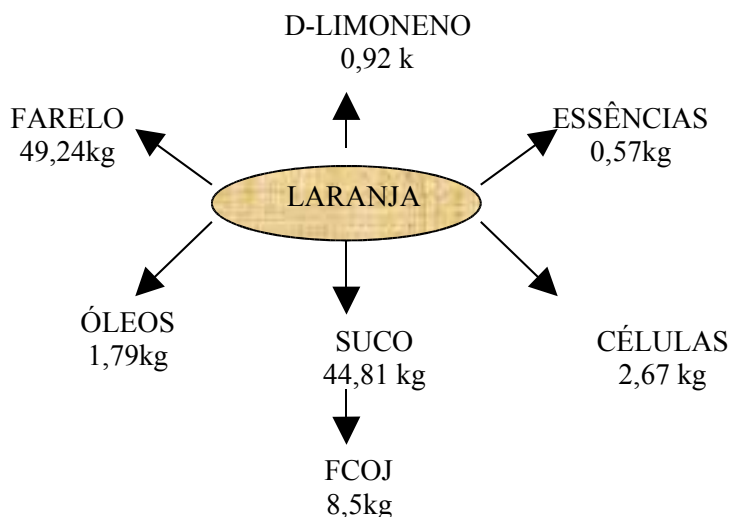


Fig.1 – Rendimento teórico de produtos e subprodutos da laranja a partir de 100 kg

As etapas de produção do suco de laranja podem ser divididas em :

- recebimento e pré-seleção de frutos;
- armazenamento nos *bins*;
- lavagem de frutos;
- classificação de frutos;
- extração de suco;
- ajuste do teor de polpa ;
- pasteurização e concentração de suco;
- blendagem e
- resfriamento e armazenamento.

a) Recebimento e seleção de frutos

Os frutos são transportados a granel em carretas até o pátio das empresas. Atualmente, as empresas contam com dados cadastrados de cada produtor e do lote de laranjas que foram colhidas. Análises são realizadas para determinação dos seguintes parâmetros:

- °*Brix*;
- índice de acidez total*

•relação acidez/ °Brix

As carretas são posicionadas em rampas hidráulicas que inclinam gradualmente os caminhões para que seu conteúdo seja despejado em esteiras de roletes. Deste ponto em diante, seguem por elevadores para outro conjunto de esteiras que os transportam até os depósitos. No trajeto, são rejeitados todos os frutos que não estiverem suficientemente maduros;

- apresentem ferimentos nas cascas, como cortes e picadas de insetos;
- estejam excessivamente atacados por ácaros ou sujos;
- não apresentem as dimensões adequadas e
- chegarem à fábrica muito depois de serem colhidos.(19)

As carretas, antes de saírem da fábrica, são borrifadas com sais quaternários de amônio para controle do *cancro cítrico*.

b) Armazenamento nos bins

Os frutos são levados pelos transportadores aos silos de estocagem denominados “bins”. De acordo com as características definidas pela análise do recebimento, os frutos vão para bins diferentes onde são armazenados separadamente de acordo com as características definidas pela análise do recebimento.

c) Lavagem dos frutos

Ao se receber uma ordem de produção, os pódicos dos bins são abertos e os frutos caem nas esteiras que os transportarão para a área de extração. De acordo com a solicitação do cliente, é feita uma mistura de laranjas de diferentes especificações para se atingir as características desejadas. Dos bins os frutos vão para as mesas de lavagem, compostas de esguichos na parte superior e escovas de material plástico na parte inferior. Água condensada oriunda do evaporador de suco é usada para lavar os frutos. Ao mesmo tempo, as escovas na parte inferior realizam a limpeza dos frutos mecanicamente, os quais são transportados pelas escovas e limpos, com ou sem auxílio de detergentes.

As empresas adotam uma ou duas etapas contínuas de lavagem. O objetivo é remover todas as sujidades presentes na casca dos frutos. As mesas de lavagem são abertas, podendo-se sentir os odores arrastados na névoa gerada pelos sprays dos bicos de lavagem.

d) Seleção e Classificação

Realizada a lavagem, os frutos são escolhidos por operadores em mesas de seleção. Frutos estragados por pragas, cortados e amassados, são retirados e enviados à fábrica de ração. Finalizada a seleção, as laranjas vão para classificadores que as separam por tamanho sendo então encaminhadas às linhas de extração.

e) Extração do Suco de Laranja

As máquinas de extração são o coração da empresa onde ocorre a separação:

- do suco de laranja;

- da emulsão que dará origem ao *óleo essencial*;
- do bagaço que se transforma em *farelo de polpa cítrica*;
- e da polpa , que dará origem ao *pulp-wash*.

O extrator Brown corta a laranja em dois hemisférios, sendo cada um segurado por um copo. A extração é feita pela pressão de um cone a metade cortada do fruto. O modelo de extratora adotado por todas as empresas nacionais do setor é da FMC.

As extratoras FMC são máquinas que contêm um conjunto de cinco copos. Quando o fruto entra na extratora, uma canaleta o conduz até o copo. O processo de extração do suco pode ser dividido em quatro fases:

- 1) a laranja é colocada automaticamente no copo inferior;
- 2) o copo superior desce comprimindo a fruta contra o cortador inferior localizado na extremidade do tubo coador , que abre um orifício na fruta, através do qual o suco escoar, sem entrar em contato com a casca;
- 3) a extração é completada com a compressão do material retido dentro do tubo coador e
- 4) a casca é expelida por um espaço anular no copo superior e as membranas e sementes saem pelo orifício central do elemento que comprime o material existente no interior do tubo coador, na fase final de extração.(3)

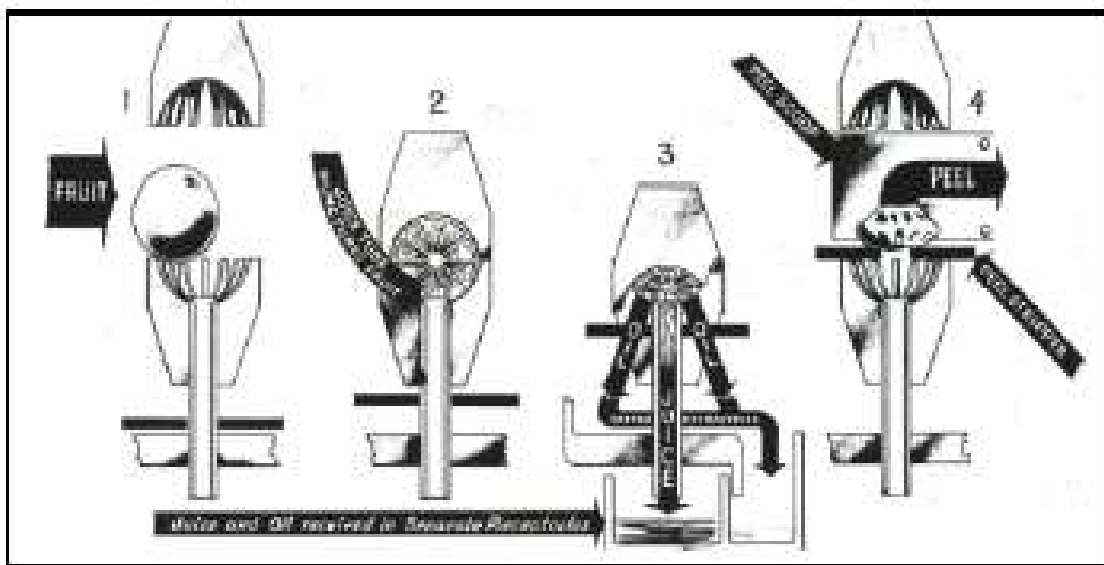


Figura 2 – Esquema simplificado do processo de extração em máquinas FMC (20)

Para adequação ao processo industrial, todas as extratoras são instaladas em plataforma elevada. O suco de laranja sai das extratoras por meio de tubulações na parte inferior do equipamento que levam aos tanques de armazenamento. O suco fica armazenado, aguardando a próxima etapa.(19)

f) Ajuste do Teor de Polpa

O suco armazenado vai para a etapa de ajuste de polpa, o qual é realizado por *finishers* ou turbo-filtros.

Os finishers são cilindros de aço inox em cujo interior armações com telas de tecido sintético fazem o papel de filtros. O ajuste é feito em etapas e de acordo com o pedido do cliente, mas em geral, ao final do ajuste o teor de polpa estará em torno de 4%. O suco com seu teor de polpa ajustado passa então por centrífugas para acerto da cor.

g) Pasteurização e Concentração do Suco de Laranja

O suco já ajustado no teor de polpa, vai por tubulações para os evaporadores à vácuo de múltiplo efeito. O vácuo é gerado por *colunas barométricas* com ciclo fechado de circulação da água empregada.

Antes do primeiro estágio dos evaporadores, há a pasteurização do suco e começo do processo de concentração. A pasteurização inativa os microorganismos responsáveis pela degradação do suco de laranja e a pectinesterase, enzima cuja ação forma ácidos pectínicos que arrastam o material colorido que confere a turbidez ao suco. Os evaporadores de múltiplo efeito para concentração de suco são chamados de *TASTE*.

O suco com sólidos solúveis totais de 10 a 11 °Brix iniciais sai ao final com teor de 65°Brix, padrão de qualidade do FCOJ. No processo de evaporação, o suco perde sua fração volátil em que estão as essências. Por ser um produto de alto valor comercial, todos os evaporadores têm sistemas recuperadores de essências. Elas podem ser reincorporadas ao suco ou serem armazenadas separadamente como produto a ser vendido.

No processo de concentração, há a obtenção de sucos concentrados com teores de sólidos solúveis variáveis. É comum a mistura (*blends*) de sucos de características diferentes para uniformizar o que já foi produzido. A blendagem ocorre também para ajustar o suco às solicitações dos clientes. Os blenders são tanques de mistura de suco, sem maiores complexidades. Na etapa de blendagem é que as essências perdidas na concentração são reincorporadas ao suco de laranja.

h) Resfriamento e Armazenamento

O suco concentrado do último efeito do evaporador chega aos resfriadores flash penetrando neles por meio de bicos injetores, numa atmosfera de baixa pressão absoluta. O líquido evapora instantaneamente diminuindo a temperatura para 18°C. Em seguida, trocadores de calor que utilizam glicol ou solução alcoólica como líquido de resfriamento abaixam a temperatura do suco a -7°C. O resfriamento da solução alcoólica é feito por amônia. O suco resfriado é encaminhado aos tanques de armazenamento. O sistema de estocagem à granel é chamado no setor de “*tank-farms*”. Nestes tanques o suco fica armazenado até o seu transporte por caminhões – tanque para o porto.

3.2 Obtenção de Sub-produtos

a) Óleo essencial

A fabricação do óleo essencial ocorre paralelamente ao processamento de suco. Quando o fruto é pressionado nos copos da extratora, as bolsas de óleo da casca se rompem. Anéis em volta dos copos jogam jatos de água que removem o óleo que está na casca. Da mesma forma que o suco, a emulsão água-óleo vai para o piso térreo da planta, onde estão posicionados os finishers, que removem os sólidos da emulsão, e as centrífugas. No processo de extração do óleo há 3 etapas de separação do óleo por centrifugação.

Na primeira etapa de concentração a água separada é chamada de água amarela, que é encaminhada para a fábrica de ração. As águas da segunda etapa de centrifugação (clarificação) são redirecionadas para as extratoras (remoção do óleo essencial da casca) e para o processo de ração. O polimento é a etapa final de centrifugação. A seguir, temos a winterização, que é a separação de ceras presentes no óleo pelo resfriamento dele até que as ceras e ácidos nele presentes se cristalizem. As ceras são responsáveis pela turbidez do óleo essencial, sendo que após a separação, as ceras vão para o processo de fabricação da ração. Os óleos extraídos durante a extração do suco são chamados de “cold-pressed oils”. A descarga das centrífugas passa por um evaporador destinado exclusivamente a recuperação de óleos cítricos, o *d'oiler*.

b) Farelo de polpa cítrica

As cascas de laranja, sementes, polpas e demais resíduos são enviados para a fábrica de ração. Cal é incorporada ao bagaço para liberação de água e acerto do pH. A umidade inicial é de 82%. Moinhos reduzem a pedaços os resíduos que são encaminhados para um tanque de reação cujo transporte é efetuado por meio de calhas dotadas de roscas sem fim. Nesta operação ocorre a mistura da cal com a massa, que é prensada para remover a umidade presente, gerando o denominado “licor de prensagem” ou “licor prensado”. Este passa por peneiras estáticas e vibratórias para separação de sólidos, que são adicionados à massa moída e passa posteriormente por um evaporador de múltiplos efeitos (*W.H.E*), onde é concentrado e dá origem ao melaço cítrico.

A massa é então encaminhado para secadores rotativos, geralmente por gases aquecidos pela queima de óleo, para a remoção da maior parte da umidade. O produto dos secadores é uma palha com 7 a 8 % de umidade. Esta é processada nas peletizadoras para se obter pellets que são enviados aos resfriadores (conjuntos de esteiras dotados de ventiladores para resfriar os pellets) antes de serem armazenados em silos metálicos.

c) Pulp-wash

Como vimos anteriormente, na produção do FCOJ há o ajuste do teor de polpa do suco por intermédio dos finishers ou turbo-filtros. A polpa que foi retirada no processo de ajuste é usada para fabricação do *pulp-wash* e enviada a um novo conjunto de finishers, sendo lavada com o condensado recuperado do TASTE, onde se obtém um suco com BRIX inferior ao FCOJ. O *pulp-wash*, é concentrado em evaporadores para perder água e a polpa exaurida vai para a fábrica de ração.

d) D-limoneno

O d-limoneno é o componente mais expressivo presente na casca da laranja. É responsável pelo odor que se pode sentir nas proximidades de uma planta de processamento de suco. Na fabricação de ração para gado ocorre a moagem dos resíduos com cal, para acerto de pH e liberação de água. O transporte é realizado por roscas sem fim até uma série de prensas onde se extrai o licor de prensagem, o "*liquor press*".

O líquido passa por uma bateria de peneiras para a remoção de sólidos e então enviado para o evaporador. Na etapa de concentração o d-limoneno é extraído no 2.º estágio do evaporador de múltiplo efeito. O condensado recuperado no W.H.E. é composto de água e d-limoneno. Deixado em repouso, ocorre a separação por decantação do d-limoneno. A Figura 3 apresenta um fluxograma simplificado de processo de produção de indústria cítrica descrito neste capítulo.

3.3 Utilidades e operações auxiliares

a) Lavagem dos equipamentos

A limpeza dos equipamentos é realizada por linha de produção. A limpeza torna-se necessária com a detecção da existência de diacetil, indicador da presença lactobácilos.

São usadas soluções aquecidas de KOH ou NaOH a aproximadamente 70°C em duas passadas. Água potável é usada na primeira passada, seguindo-se passagem da solução quente, condensado, solução quente, e duas passadas para enxaguar, sendo a primeira de condensado e a última de água potável, conforme regras de higienização.

As plantas de produção adotam uma série de cuidados de higiene durante todo o processamento, de acordo com legislação regida pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento e Ministério da Saúde/Secretaria da Vigilância Sanitária. A principal legislação adotada pelas empresas do setor estão listadas a seguir.

- **Portaria MAPA nº.40 de 20/01/97** - Aprova o Manual de Procedimentos no Controle de Produção de Bebidas e Vinagres;
- **Portaria MAPA nº.46 de 10/02/98** - Institui o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle- APPCC;
- **Portaria MAPA nº.368 de 04/09/97** - Aprova o Regulamento Técnico sobre as condições Higiênico – Sanitárias; Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Elaboradores / Industrializadores de Alimentos;
- **Portaria MS/SVS nº.326 de 30/07/97** - Aprova o Regulamento Técnico - “Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos” ;
- **Portaria MS nº.1428 de 26/11/93** – Aprova o “Regulamento Técnico para Inspeção Sanitária de Alimentos”- COD-100 a 001.0001, as “Diretrizes para o Estabelecimento de Boas Práticas de Produção e de Prestação de Serviço na Área de Alimentos”-COD-100 a 002.0001,e o “Regulamento Técnico para o Estabelecimento de Padrão de Identidade e Qualidade(PIQ’s) para Serviços e Produtos na Área de Alimentos” COD-100 a 003.0001 e COD 100 a 004.0001;

b) Sistemas de limpeza CIP (*clean in place*)

Os sistemas de limpeza – CIP são utilizados para manter as condições necessárias de higiene e desinfecção no processo produtivo.

De modo simplificado o solvente (água), adicionado de agentes de limpeza (alcalinos), é bombeado para bicos injetores estrategicamente localizados nos equipamentos, que aplicam jatos pressurizados nas áreas a serem limpas.

Embora não haja uma definição formal, os equipamentos CIP se distinguem daqueles WIP (*wash in place*) pois nestes últimos é necessário uma verificação ou intervenção manual do operador ao final,

enquanto no CIP este procedimento pode ser dispensado. Além disso, existem dentro do conceito de CIP uma enorme variedade de sistemas: fixos ou móveis; exclusivos ou multi- propósito; com ou sem reúso de água; pequeno ou grande porte, etc.

Na indústria cítrica, os sistemas CIP estão presentes em extratoras e *finishers*.

c) Produção de água quente e vapor

Em diversas operações do processo é necessário o uso de água quente ou de vapor de processo que são produzidos nas caldeiras movidas a óleo combustível, óleo diesel, gás natural ou bagaço de cana. Em alguns casos, as indústrias cítricas tem optado por instalar sistemas de cogeração de eletricidade e vapor. Basicamente nestes sistemas faz-se uso de uma turbina movida pela queima de bagaço de cana com recuperação de calor.

d) Refrigeração

O suco concentrado é resfriado em flash coolers e enviado aos trocadores de calor, operação que reduz sua temperatura para -8°C , que ainda permite o bombeamento do suco. A etapa seguinte, é a estocagem do suco em *tank-farms*, tanques de aço com capacidade de 1000 a 3000 toneladas de suco. Para resfriar as câmaras dos tank-farm, o sistema de refrigeração usa amônia como fluido térmico. Como o contato da amônia com o suco pode ser perigoso, as indústrias utilizam uma solução de glicol resfriada pela amônia como elemento de troca de calor com o suco.

e) Tratamento de água

A água utilizada na empresa tem um destino principal: o uso no processamento, em contato ou não com o produto, podendo ser captada em poços ou cursos d'água, sendo enviada para uma estação de tratamento. Neste sistema, a água passa por telas finas para reter as partículas sólidas presentes. Após ter seu pH corrigido, são adicionados floculantes para remover as partículas em suspensão. Os sólidos são separados em um decantador.

A etapa de polimento é feita com filtros de areia, que removem as partículas finas, restando a desinfecção, realizada por ozonização, cloração com cloro ou dióxido de cloro, ultravioleta etc.

f) Tratamento de efluentes

As características dos despejos, descritas no item 4.2, demonstram que os efluentes líquidos gerados em indústrias cítricas possuem alta carga orgânica. Um fator que pode prejudicar o tratamento é a presença do d-limoneno nos efluentes, agente bacteriostático, ou seja, um inibidor do crescimento de bactérias.

Os sistemas de tratamento usados nas indústrias cítricas são os biológicos - em geral lodos ativados e lagoas. Cabe salientar que as lagoas, empregadas por empresas que dispõem de amplas áreas, podem causar incômodos à vizinhança, em função de má operação ou dimensionamento inadequado, criando áreas de anaerobiose e emissão de H_2S (ácido sulfídrico).

3. PRINCIPAIS ASPECTOS AMBIENTAIS

3.1. Uso de insumos

Nas indústrias de processamento de suco de laranja a água é utilizada para várias operações. A necessidade de captação é minimizada devido ao uso de condensado extraído do suco durante a concentração nos evaporadores de múltiplo efeito. Em média, uma planta capta apenas 25% da água que necessita sendo que 50% provém do evaporador de suco, os outros 25% do evaporador da fábrica de ração.

Os principais materiais usados são a cal ou hidróxido de potássio na produção de farelo de polpa cítrica, e bagaço-de-cana como combustível das caldeiras. O óleo BPF também é usado nas caldeiras e nos secadores rotativos em operação nas fábricas.

As fábricas usam basicamente a energia elétrica fornecida pelas concessionárias, embora algumas empresas utilizem a cogeração a partir da queima do bagaço de cana.

A matéria-prima principal é a laranja e em menores proporções temos o limão e as tangerinas

3.2. Principais poluentes gerados

a) Efluentes líquidos

A origem dos efluentes líquidos gerados pode ser entendida pela descrição do processo produtivo. Como fontes podemos elencar as seguintes etapas:

- lavagem das frutas;
- extração;
- moagem de bagaço;
- lavagem de evaporadores, tanto W.H.E como o T.A.S.T.E.;
- purga das caldeiras e das colunas barométricas;
- lavador de gases do WASTE.

A caracterização apresentada a seguir foi obtida por meio de levantamentos realizados em 4 empresas da região de Matão, sendo os dados apresentados médias dos valores obtidos em campo:

Tabela 1: Caracterização média de efluente bruto e tratado oriundo de 4 plantas industriais

Efluente Parâmetro	Planta 1		Planta 2		Planta 3		Planta 4	
	Bruto	Tratado	Bruto	Tratado	Bruto	Tratado	Bruto	Tratado
DQO(mg/L)	5050,32	418,41	5543,76	102,15	5209,06	742,94	3033,97	144,53
DBO(mg/L)	2581,68	120,51	2882,91	46,79	3167,15	385,96	1752,83	35,83
PH	6,17	7,81	6,28	8,66	6,67	7,74	8,93	8,22
Vazão(m³/h)	68,05	68,15	28,59	28,91	146,55	149,06	240,62	248,84
Carga Org. (kg DBO/h)	826,98	1,25	89,57	11,22	462,69	84,47	439,5	8,37
ÓG(mg/L)		25,86		21,86		30,67		20,06
RS(mL/L)		5,86		1,71		2,22		0,81
Caixas	52548,7027		17173,0303		88385		197388,89	

Fonte : Guimarães 1997 (1)

Tabela 2– Características dos efluentes das várias áreas de processamento

PARÂMETROS	ÁREAS DE PROCESSAMENTO			
	1	2	3	4
DBO	295	1380	2190	654
DQO	758	2170	4020	852
Resíduo total	733	966	12116	712
Resíduo não filtrável	441	248	441	105
Resíduo sedimentável	8,5	0,1	7,0	0,1
Nitrogênio Kjeldahl total	49	36,4	36,4	32,8
Fósforo total	0,79	2,02	1,90	1
Óleos e graxas		55	65	
PH(variação)	3,6 – 7,0	4,0 – 11,3	2,1 – 2,7	6,3 – 7,4

Fonte : CETESB (5)

Legenda:

1. lavagem de laranja 3. fábrica de ração
2. área de extração 4. área de extração

b) Emissões atmosféricas

Como principais poluentes das indústria cítricas temos:

- material particulado
- gases de queima de combustível e emissões odoríferas

As principais fontes de emissões são as caldeiras e os secadores rotativos de ração. O uso de óleo combustível ou bagaço de cana é usual na maioria das empresas.

b.1) Material Particulado

Basicamente, o material particulado é proveniente das operações em que há queima de combustível como :

- cinzas e fuligens das caldeiras e secadores rotativos de ração movidas à bagaço de cana ou pela queima de óleo.

- fragmentos do bagaço de cana na armazenagem e alimentação da caldeira
- fragmentos do bagaço de laranja na sua manipulação no secador de ração.

b.2) SO_x e NO_x

Para exemplificar o tipo de emissões e suas características, encontram-se exemplificados na Tabela 3 a seguir com os resultados de uma amostragem para caldeira movida a bagaço de cana (**caldeira A**) e outra de uma caldeira movida a óleo BPF 3 (**caldeira B**)

Os valores apresentados são de equipamentos de empresas diferentes, de porte similar.

Tabela 3 – Resultados de amostragens de gases de caldeiras de duas empresas, A e B.

PARÂMETROS		CALDEIRA A	CALDEIRA B
Capacidade		23 t/h	25 t/h
Combustível		Bagaço de cana	BPF 3 ^A
Temperatura (°C)		97,4	203,67
Umidade (%vol.)		20,1	9,4
Velocidade (m/s)^(a)		14,3	14,3
Vazão (m³/h)^(a)		122714,2	
Vazão (m³/h)^(b)		67902,4	27710,33
Análise Orsat	CO₂	45,6	9,2
	O₂	7,8	10,43
MP	Conc.(mg/Nm³)^(b)	521,9	264,73
	Conc.(mg/Nm³)^(c)	553,5	314,23
	Taxa emissão(kg/h)	35,43	7,34
SO_x(d)	Conc.(mg/Nm³)^(b)	4,2	1080,57
	Conc.(mg/Nm³)^(c)	4,45	1281,97
	Taxa emissão(kg/h)	0,284	27,93
NO_x	Conc.(mg/Nm³)^(b)	296,97	266,57
	Conc.(mg/Nm³)^(c)	314,63	310,97
	Taxa emissão(kg/h)	20,1	7,15

(a)na seção de coleta

(b)nas condições normais (0°C e 1 atm.)

(c)nas condições normais (0°C e 1 atm.), base seca, corrigido a 7% de O₂.

(d)Expresso como dióxido de enxofre

Fonte : Setor de Avaliação de Tecnologia do Ar, Ruído e Vibrações ETQR , CETESB(2004).

b.3) Odor e VOC

Além do material particulado, o principal poluente atmosférico emitido pelas fábricas de suco de laranja são os compostos orgânicos voláteis (VOC). As emissões se devem a volatilização do óleo residual presente nas cascas, não extraídas durante o processamento de suco. Conforme estudo da Florida Citrus Processors Association, citado pelo FDEP (Florida Department of Environmental Protection) , a fonte primária de emissões atmosféricas provém do secador rotativo de ração. De cada 100 libras de óleo emitidas, 72 vêm do secador de ração e 9 são emitidas pelo resfriador de pellets.[43]

Os secadores rotativos são, em outras palavras, grandes cilindros providos de uma fornalha para aquecimento dos gases que vão secar o material. O combustível normalmente utilizado é o óleo BPF.

Os gases aquecidos removem a umidade do bagaço (70 a 80% de umidade na entrada) obtendo-se um produto chamado de “palha” com 10% de umidade. Na outra ponta do secador está a caixa de sucção que retira a palha do equipamento.

Quanto aos gases residuais, estes deixam o secador e passam por ciclones que removem os particulados. Aproximadamente 50% dos gases voltam para a fornalha, enquanto o restante é direcionado ao W.H.E.[43][45]

c) Resíduos sólidos

Os resíduos orgânicos do processo(polpa, sementes, bagaço e cascas) são aproveitados na fábrica de ração. O descarte que há na planta é composto pelo lodo gerado nas estações de tratamento de afluentes e efluentes e de cinzas da queima de bagaço nas caldeiras para geração de vapor. Há vários projetos experimentais em andamento, mas a disposição do lodo e das cinzas ainda é um grande problema para as empresas do setor e para os órgãos ambientais.Recomenda-se a apresentação de um projeto de disposição a CETESB o qual será analisado pelo Setor de Resíduos Sólidos.

Tabela 4. Quadro sintético dos principais aspectos impactos da indústria de cítricos

Etapa Básica de Processo	Poluição	Aspecto Ambiental - Emissão	Impacto Ambiental Potencial	Enquadramento Legal (Leg.Est/Fed)
Lavagem da laranja	1. Ar 2. Águas	1.Névoa de condensado dos sprays de lavagem 2.Carga orgânica baixa e grande volume	1.Odores,incômodo a vizinhos 2.Prejuízo a qualidade dos corpos de água	Decreto 8468/76 art. 26 ao 36, e 41 Decreto 8468/76 art. 7°,8°,9°,10 ao 19F e Res. CONAMA 357/05
Area de Extração	1. Águas 2. Ruído e vibração 3. Resíduos sólidos 4. Ar	1. Águas de extração do óleo, lavagem do equipamento, derrame de suco 2. Alto ruído na operação das extratoras de suco 3. Bagaço de laranja 4. Emulsão de óleo essencial	1.Contaminação dos corpos de água 2.Incômodo a vizinhança 3.Contaminação de solo e de águas subterrâneas. 4.Odor causando incômodo a vizinhança.	Decreto 8468/76 art. 7°,8°,9°,10 ao 19F Res. CONAMA 357/05 NBR10151.Avaliação de ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade Decreto 8468/76 art. 51 ao 56 Decreto 8468/76 art. 26 ao 33B, 34 ao 36, 41
Fábrica de ração	1.Águas 2.Ar 3.Resíduos sólidos	1.Licor de prensagem, lavagem do evaporador de ração. Efluente ácido, geralmente as empresas usam ácido muriático. Águas pretas do lavador de gases do secador rotativo de bagaço. 2.Emissões de material particulado das caldeiras movidas à bagaço de cana. Odores fortes de “bolo de laranja” gerados no secador de ração 3.Cinzas de caldeira da queima de bagaço.	1.Contaminação dos corpos de água à vizinhança 2.Problemas respiratórios, incômodo 3.Contaminação de solo e de águas subterrâneas	Decreto 8468/76 art. 7°,8°,9°,10 ao 19F Res. CONAMA 357/05 Decreto 8468/76 art. 26 ao 33B, 34 ao 36, 41 Decreto 8468/76 art. 51 ao 56
Lavagem de pisos e equipamentos	Águas	Efluente alcalino da lavagem do evaporador de suco(TASTE). Efluente ácido da lavagem do evaporador da fábrica de ração (WASTE). Efluentes da lavagem de outros equipamentos.	Contaminação dos corpos de água	Decreto 8468/76 art. 7°,8°,9°,10 ao 19F Res. CONAMA 357/05
Fábrica de óleo essencial	Águas	Águas amarelas(águas usadas na extração de óleo essencial)	Contaminação dos corpos de água	Lei 997/76 art. 7°,8°,9°,10 ao 19F Res. CONAMA 357/05
Estação de tratamento de efluentes	Resíduos sólidos	Lodo da estação de tratamento biológico	Contaminação do solo	Lei 997/76 arts. 52 ao 56

4 MEDIDAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA (P+L)

A adoção de medidas de P2, por meio de ações desenvolvidas no processo produtivo, são capazes de minimizar ou mesmo eliminar diversos impactos ambientais adversos da indústria cítrica. Este capítulo apresenta um levantamento dessas ações que teve como base diversas experiências desenvolvidas no Brasil e no exterior. Para indicar o grau de aplicação dessas medidas, foi utilizada a seguinte classificação:

A – medida de uso geral

B – medida adotada por algumas empresas

C – sugestão que pode ser analisada, mas sem implantação em empresas nacionais

D – medida ainda em fase de testes/projeto piloto

4.1. Aproveitamento de condensados do processo de produção do suco de laranja e do farelo de polpa cítrica

a) Uso do condensado do *T.A.S.T.E.* ^(A)

O condensado do *T.A.S.T.E.* é usado em várias etapas da fabricação do suco de laranja. Denominado também como condensado vegetal, é gerado em quantidades abundantes dentro do processo, chegando a fornecer metade da água consumida no processo produtivo. As outras frações vêm do *W.H.E.* e da captação, normalmente de poços profundos.

b) Uso do condensado para lavagem de frutas^(A)

Prática adotada pela maioria das empresas processadoras de suco. A lavagem é realizada com o uso do condensado que sai da etapa de concentração do suco de laranja. O condensado, antes de ser reutilizado, passa por desinfecção.

As empresas utilizam várias técnicas para desinfecção como UV, dióxido de cloro e ozonização, além da tradicional cloração. Há estudos que mostram que ao se lavar os frutos com solução de limpeza com pH próxima a 11, há diminuição da quantidade de microrganismos na casca, reduzindo a carga microbiana no suco de laranja.(28) A exigência legal é de que a água reusada, no caso o condensado, atenda aos padrões de potabilidade. **Portaria SVS/MS nº326/97**

c) Reposição da água de caldeira com o condensado^(A)

É verificada a condutividade do condensado para que ele possa ser usado na caldeira como água de reposição. Como a água já sai com uma temperatura inicial mais alta que a temperatura ambiente, reduz-se o choque térmico na entrada da caldeira e gasta-se menos energia para gerar vapor. Um cuidado necessário é analisar o condensado quanto ao seu teor de sódio, para diminuir a ocorrência de incrustações.

d) Uso do condensado para a produção do *pulp-wash*^(A)

A polpa que sai dos turbo-filtros é enviada para um conjunto de *finishers*. Nos *finishers* o

condensado substitui o uso de água potável captada para “lavar a polpa” e se obter o *pulp-wash*. Neste processo é necessário averiguar os teores de sódio do condensado antes de utilizá-lo e realizar sua desinfecção. Em algumas plantas, utiliza-se a desinfecção por ionização ou por ultra-violeta sem a adição de produtos químicos.

e) Uso do condensado para o processo do óleo essencial^(A)

Na momento da extração do suco de laranja, o fruto é pressionado e as bolsas de óleo da casca se rompem. Anéis em volta dos copos jogam água para remover o óleo da casca. Ao invés de água potável, que teria de ser captada e tratada, pode-se utilizar o condensado para o processo de extração do óleo essencial.

f) Uso do condensado para preparar a solução de limpeza dos equipamentos^(A)

O condensado é usado para preparar a solução de limpeza composta de NaOH ou KOH na concentração de 0.7 a 1.0%, dependendo da indústria.

g) Uso do condensado para limpeza de pisos^(A)

O condensado que não foi aproveitado nas operações anteriores é usado para limpar os pátios e pisos da planta. Também pode ser utilizado para esta finalidade o condensado do W.H.E.

h) Uso do condensado para primeira passada de enxágüe na lavagem do evaporador^(B)

Normalmente, as águas de enxágüe usadas na lavagem do evaporador são potáveis. As “passadas” de água e solução de limpeza se alternam. Como sugestão de P2, propõe-se que a primeira “passada” no evaporador antes da passagem de solução cáustica, seja realizada com o condensado do T.A.S.T.E., com isto diminuindo o consumo de água captada.

i) Uso do condensado do W.H.E. para preparar a solução de limpeza do próprio evaporador^(B)

A limpeza do W.H.E. exige a utilização de uma solução de ácido muriático. Como no processo de fabricação é adicionado cal para acerto do pH da massa moída de resíduos, o meio é alcalino. Nas tubulações do W.H.E. verificam-se incrustações causadas pela presença de cal, que podem ser removidas por solução ácida. O condensado do W.H.E. pode ser usado nesta operação para evitar o uso de água captada para preparar a solução de limpeza.

4.2 Reciclagem de resíduos gerados nos processos de fabricação do suco de laranja

a) Aproveitamento de todos os resíduos gerados no processamento para a fabricação de farelo de polpa cítrica^(A)

São considerados rejeitos do processamento industrial:

- Frutos cortados, amassados e estragados;
- Casca e sementes;

- Polpa ;
- Cera do processo do óleo essencial;
- Fragmentos de frutos , casca retirados das peneiras estáticas e vibratórias da ETE

Todos os rejeitos vão para a fabricação de ração. Pode-se dizer que as empresas processadoras de SLCC aproveitam quase que integralmente os resíduos gerados no processo industrial.

4.3 Redução no uso de produtos químicos

a) Equalização do pH dos efluentes sem a adição de produtos químicos^(B)

Normalmente, o acerto de pH é feito pela adição de produtos ácidos ou alcalinos. Utilizando as correntes ácidas que são provenientes da produção de suco e as alcalinas oriundas da fábrica de ração, pode-se reduzir o uso de produtos químicos para acerto de pH.

b) Reuso da solução cáustica saturada na fabricação de ração^(B)

A solução de soda é usada em duas passadas. Após a segunda passada, ela é encaminhada a ETE. Ao mesmo tempo, no processo de fabricação do farelo de polpa cítrica, é preciso ajustar o pH do licor prensado extraído do bagaço com cal.

Uma empresa resolveu substituir parte da cal pela solução de limpeza saturada pois descartava 1 tonelada de soda diariamente contida na solução saturada para tratamento.

Com a adoção da medida, aproximadamente 85% da soda utilizada passou a ser reutilizada no processo de ajuste do pH do licor prensado.

Evita-se também, no caso de se usar soda cáustica, o lançamento de efluentes ricos em sódio para os corpos d'água.

No caso da utilização do hidróxido de potássio, não há informações sobre empresas que realizem o reúso. Em termos agronômicos, o potássio é um nutriente para o solo, o que possibilitaria a irrigação do efluente após análise de viabilidade técnica.

c) Recuperação da soda cáustica da solução de limpeza^(B)

Medida mais adotada na fabricação de papel e celulose e na indústria têxtil, pode ser aplicável no caso das indústrias cítricas. A solução cáustica gasta é tratada e concentrada, podendo ser reutilizada no processo. No mercado, há vários fornecedores com sistemas que permitem este procedimento .

4.4.Redução na geração de resíduos de processo

a) Melhoria do desenho das calhas transportadoras de laranja entre os bins e os classificadores^(D)

As calhas que transportam laranja até os classificadores terminam de forma abrupta antes da entrada dos classificadores. Na forma atual, o sistema gera muitos frutos amassados e cortados, o que diminui o rendimento do processo. Como medida de P2, estudar a quebra dos cantos vivos e um afunilamento mais suave da passagem das frutas para os classificadores. A alteração do desenho das calhas reduziria a quantidade de perdas com frutos cortados e/ou amassados.

4.5. Modificações do processo

a) Pré-concentração do suco de laranja por Osmose Reversa^(C)

A técnica de osmose reversa foi usada originalmente para a dessalinização da água do mar. No caso do suco de laranja, a osmose reversa pode ser usada como um pré-concentrador antes da entrada no evaporador. Com a adoção desta reduz-se o consumo de vapor e energia necessários a concentração do suco de laranja, pois diminui-se o tempo de operação do evaporador. É um método para a concentração de sucos e amplamente divulgada pelos fabricantes de equipamentos de osmose reversa. No entanto, o custo de aquisição e os gastos com energia do equipamento devem ser considerados, além das modificações no processo.⁽⁷⁾

b) Automação do processo de lavagem dos equipamentos^(B)

A automação do processo permite a uniformidade em sua execução. Tem como resultado, a possibilidade de aumentar o tempo entre as lavagens e o uso de uma solução de limpeza com menor concentração. Reduz-se a quantidade de soda ou hidróxido de potássio usada e da água usada para preparar a solução. O volume de vapor necessário para aquecer a solução diminui com economia de energia para sua geração.

c) Primeira limpeza das tubulações de transporte de FCOJ através de PIGs^(C).

Normalmente, a limpeza das tubulações de transporte de FCOJ são realizadas com a passagem de água e posteriormente, solução aquosa sódica aquecida. O uso do PIG diminui a quantidade de água necessária para a limpeza dos tubos, pois remove mecanicamente os materiais aderidos nas paredes. As tubulações tem de ser uniformizadas quanto ao diâmetro, curvas com raios adequados para que o PIG possa correr por longos trechos..⁽²⁷⁾

4.6. Medidas de modificação no processo/redução de odor

Estudo realizado pela Florida Citrus Processors Association, evidenciou que há uma forte relação entre a quantidade de óleo que é alimentada no secador (na massa de polpa e bagaço prensado) e a quantidade de VOC emitida pelos secadores e resfriadores de pellets. Quanto maior a quantidade de óleo que permanece nas cascas dos frutos, maior a quantidade de VOC. A razão está no processo de fabricação do farelo de polpa cítrica.

Após a extração do suco de laranja, o bagaço(sementes, cascas, polpa) vai para moinhos. A massa é prensada para a extração do licor de prensagem. Neste líquido está presente parte do óleo que o fruto contém, mas não se consegue a extração total. Na etapa de secagem, o óleo remanescente se volatiliza sendo estes vapores, a fonte de odores deste tipo de indústria.

Portanto, qualquer iniciativa que vise a redução de emissão de odor/VOC, precisa considerar a possibilidade de se aumentar a extração de óleo essencial antes do secador de ração.

a) Uso de extratores de óleo Brown para aumentar rendimento de extração de óleo essencial de laranja^(C)

Os extratores de óleo Brown são equipamentos dotados de rolos dotados de micro agulhas por cima dos quais passam os frutos. As agulhas realizam punções por toda a superfície da casca dos frutos, melhorando a extração de óleo dos frutos, diminuindo a quantidade residual na casca. Por esta razão, conforme explicado acima, na fabricação de ração a geração de odores é diminuída.

b) Enclausurar as calhas transportadoras de bagaço moído, as peneiras estáticas do licor prensado e os resfriadores de pellets^(D)

A massa moída de resíduos de laranja é transportada através de calhas com rosca sem fim. As calhas e as peneiras onde ocorre a separação dos sólidos do licor prensado são abertas, facilitando o escape dos odores.

c) Uso de equipamento de oxidação térmica regenerativa (RTO)^(C)

O equipamento de oxidação térmica regenerativa (RTO do inglês *regenerative thermal oxidizer*) consiste em dois trocadores de calor ligados por uma câmara de combustão comum. Em uma primeira etapa, a massa gasosa entra pela câmara A (figura 4), sendo tratada na câmara de combustão. O ar que já passou pela combustão sai pela câmara B, trocando calor com o leito B, o que causa o resfriamento do gás.

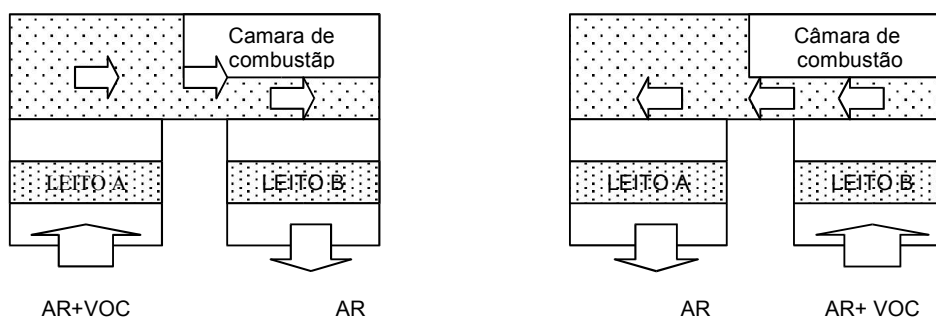


Figura 4- Funcionamento de um equipamento de RTO

Para que o calor de combustão não se perca, inverte-se a alimentação, agora pela câmara B. O gás é pré-aquecido pelo leito de cerâmica B, entrando na câmara de combustão com uma temperatura próxima a necessária para sua combustão.

Com isto, economiza-se combustível para o queimador, pois o gradiente de temperatura é bem menor. O FDEP- (*Florida Department of Environmental Protection*) considera esta alternativa viável para a indústria cítrica, apesar de não haver ainda equipamentos instalados neste ramo industrial.

d) Utilização de enzimas para aumentar o rendimento de extração do suco e do óleo essencial de laranja^(B)

Esta medida pode ser adotada pelas empresas que usam o extrator FMC. Com o uso de enzimas, borrifadas na casca de laranja, durante a fase de extração, mais óleo sai da casca pela quebra que as enzimas causam na pectina da casca, aumentando o rendimento de extração e economizando água de extração. No

processo do pulp-wash as enzimas são usadas de modo similar. Como consequência, temos menos óleo na casca a ser seca para ração, gerando menos odores no processo de secagem e maior rendimento de extração de óleo com a mesma quantidade de água .

e) Melhoria da prensagem da massa de bagaço para extrair mais licor de prensagem^(B)

Quanto maior a quantidade de licor de prensagem removida da massa que vai para o secador, menor a quantidade de óleo que volatiliza, reduzindo a emissão de VOC e por consequência, a emissão de odores. Atualmente, existem duas alternativas para aumentar a eficiência de prensagem:

- Prensagem em duas etapas, com a primeira etapa removendo grande parte do líquido, e a segunda, incorporando os sólidos dissolvidos à massa, por difusão, reduzindo o teor de umidade residual.
- “*supercharger*” ou superalimentação, que consiste em usar alimentação da massa de resíduos com uma ou duas roscas , promovendo a redução no teor de umidade do bagaço ao aumentar a quantidade de material que é prensado a cada vez.

f) Usar processo de extração de óleo essencial com aplicação de alta pressão seguido de vácuo^(D)

Processo patenteado na Itália que extrai o óleo essencial através de alta pressão seguido de vácuo. Este processo aumenta o rendimento de extração, diminuindo a quantidade que fica nas cascas, consequentemente reduzindo a incidência de odores quando da fabricação de ração e economizando no consumo de energia pela maior rapidez na secagem das cascas. Segundo o responsável técnico do projeto, a extração de terpenos chega a 95% comparada com a secagem por ar quente de cascas sem tratamento. O processo ainda está em escala piloto.(23)

g) Extrair o óleo essencial presente no licor de prensagem por destilação à vácuo^(C)

Nas indústrias nacionais, o óleo essencial presente nos resíduos da laranja é extraído na concentração do licor de prensagem pelos evaporadores de múltiplo efeito(W.HE.). Uma empresa australiana resolveu utilizar o processo de destilação à vácuo antes de passar o licor de prensagem pelos evaporadores.(18)

A empresa resolveu abandonar o sistema de extração de óleo por emulsão de água/óleo e o uso de centrífugas. Em seu lugar, posicionou uma etapa de destilação à vácuo antes da concentração do licor de prensagem. O rendimento da concentração à vácuo foi reportado como sendo de 3 a 4 litros de óleo/tonelada em comparação com o do método de centrifugação que atinge 1,5 litros/tonelada.

h) Cobertura das mesas de lavagem para que a água nebulizada não seja arrastada pelo vento^(D)

Atualmente, as mesas de lavagem de frutas são totalmente abertas. Sprays posicionados acima dos rolos transportadores jogam a água sobre os frutos. Assim sendo, qualquer vento que sopra, arrasta a água nebulizada e por conseguinte, os odores que vem da própria lavagem e os provenientes do condensado. Como medida para redução seria conveniente que as mesas de lavagem fossem cobertas.

i) Extração da pectina por injeção de vapor^(D)

Processo criado por pesquisadores da Penn University para a extração de pectina com uso de vapor. Obtém-se pectina com grau de qualidade equiparado a extraída do limão. Segundo estudos realizados por seus inventores, a quantidade de resíduos é reduzida em 25%.O processo ainda está em escala piloto.

Caso a empresa opte pela extração de pectinas, não poderá usar enzimas para extrair mais óleo ou suco de laranja, pois estas enzimas quebram as pectinas.(22)

4.7. Uso racional de energia

a) Energia elétrica

a.1) Sistema de refrigeração

Em uma empresa americana de sucos de laranja, adotaram-se algumas medidas , após assistência da Universidade de São Francisco. No sistema de refrigeração, as modificações geraram ganhos significativos, sendo elas:

- Uso de ASDs, controladores de velocidade nos motores das bombas de glicol do sistema de refrigeração das linhas de pasteurização. Tal medida gerou economia de energia de 936 milhões de BTUs/ano, equivalentes a US\$31494,00.
- Uso de pressão variável nos compressores de amônia. No sistema anterior, os compressores trabalhavam com pressão de sistema fixa.Com o uso de pressão variável, o ventilador do condensador opera continuamente, mas a economia de consumo de energia compensa este gasto adicional. Esta medida resultou na economia de 1 milhão de kWh/ano, redução de custo de US\$107810,00(30)

Outras procedimentos que podem ser adotados, retirados de fontes bibliográficas internacionais são:

- Checagem dos filtros das linhas de sucção. Uma obstrução do filtro pode causar uma queda de pressão e conseqüentemente, perda no rendimento. Para evita r que um filtro cause este tipo de problema, a instalação de dispositivos que medem a pressão diferencial ao longo das tubulações, tanto na sucção como na linha de líquido, é necessária. Isto fará com que seja possível detectar quedas de pressão, indicativas de obstrução dos filtros.
- Checagem de vazamentos nas tubulações e equipamentos do sistema : a perda de fluido refrigerante pode causar grandes quedas de desempenho do sistema.
- Manutenção dos condensadores evaporativos livres de bactérias e águas duras. Superfícies de troca de calor sujas diminuem a eficiência de troca, e aumentam as temperaturas de condensação e as pressões.
- Checagem das serpentinas para remover sujeiras ou resíduos(isolantes que agem como barreiras para a troca de calor).(32)

a.2) Motores

Motores, não só no processo de produção do suco de laranja, mas em outros processos industriais,

são grandes consumidores de energia dentro das fábricas. Em levantamento realizado pela Universidade da Florida em algumas empresas (37) as seguintes medidas foram propostas:

- Na hora de trocar os motores, colocar motores de alta eficiência
- Lubrificação correta, diminui o desgaste das partes móveis. É melhor realizada em períodos regulares. É vital que o lubrificante e a quantidade usada sejam corretos.
- Correto alinhamento dos eixos o que assegura uma transmissão de potência do motor segura e suave. Alinhamento incorreto coloca tensões nos eixos e mancais, diminuindo sua vida útil e a eficiência do sistema. Os eixos devem estar paralelos e alinhados um com o outro.
- O desalinhamento dos acoplamentos. As correias e polias devem estar alinhadas e tensionadas na instalação, e regularmente checadas para verificação das tolerâncias. Desgastes anormais das correias indicam problemas que requerem correção.
- Registros de manutenção, por fornecer o histórico de cada equipamento, especificações para correias e polias, localização dos motores.
- Manutenção dos mancais, consiste basicamente em mantê-los limpos, lubrificados e dentro dos limites de tolerância especificados. A tensão adequada nas correias e o alinhamento dos eixos minimizam os esforços e auxiliam os mancais a atingirem sua vida útil.
- Evite pintar as carcaças dos motores pois a tinta age como um isolante , aumentando as temperaturas de operação. Com isto, reduz-se a vida útil dos motores. Uma camada de tinta tem pouco efeito, mas a acumulação de sucessivas camadas pode ter um efeito significativo.(36)

a.3) Outros procedimentos

Além das medidas acima descritas, existem outras, de caráter mais geral, sendo elas:

- Substituir as lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes de menor consumo e durabilidade;
- Utilizar, sempre que possível, lâmpadas de vapor metálico, que fornecem maior luminosidade (maior número de lux) e durabilidade;
- Instalar sensores de detecção de presença nos locais onde não há necessidade de iluminação ininterrupta;
- Instalar e limpar periodicamente, telhas translúcidas e do tipo “shad”, de modo a aproveitar melhor a luminosidade natural do ambiente durante o período diurno.

b) Calor

b.1) Evaporadores

Os evaporadores são usados amplamente na indústria de processamento de alimentos para a remoção de água dos produtos. Este procedimento reduz volume e peso para as etapas seguintes, aumenta o conteúdo de sólidos (geléias e melaços), ajuda a preservar o produto e concentra cor e sabor. Na indústria de

processamento de suco de laranja, são usados dois termos para os evaporadores de múltiplo efeito, o TASTE e o WASTE/WHE. O primeiro é o evaporador da produção de suco concentrado, o segundo da fabricação de d-limoneno e do melão cítrico.

Os evaporadores podem trabalhar de forma única ou em conjunto. Quando em conjunto, cada evaporador é chamado de efeito. No caso de um evaporador com dois efeitos, é possível evaporar 2 kg de vapor com 1 kg de vapor fornecido. Esta relação aumenta com o número de efeitos.(34)

Como adoção de medidas de eficiência energética podemos citar:

- Instalação de efeitos adicionais : aumenta a eficiência do sistema de evaporação. Há um limite prático para quantos efeitos podem ser usados, pelo fato de que cada evaporador deve trabalhar com uma pressão menor que o efeito anterior.
- Pré-aquecimento do produto antes da concentração, isto reduzirá o calor necessário para alcançar a ebulição no evaporador. Para tanto, precisa-se de um trocador de calor adequado as características do produto.
- Recompressão do vapor tira vantagem do calor latente do vapor extraído do produto. O vapor pode ser reusado no mesmo evaporador pelo aumento da temperatura e pressão próximas a do vapor injetado no equipamento. Pode ser feito com o auxílio de um steam jet ou de um compressor.(33)
- No que diz respeito à manutenção , temos as seguintes recomendações:
- Evite vazamentos de ar nos evaporadores pois o ar é um gás não condensável e tem de ser do para que a pressão interna do vaso de evaporação não aumente;
- Limpe a superfície de troca de calor para permitir que haja uso eficiente da energia para evaporar a água do produto;
- Previna vazamentos de água no sistema para evitar a diluição do produto, o que prejudica o processo;
- Mantenha o vaso de separação limpo para manter o rendimento do produto;
- Inspeção , repare ou troque isolamento úmido ou danificado, caso seja encontrado. Verifique se o isolamento está na espessura adequada.(33)

Uma medida que tem sido adotada por algumas das indústrias cítricas, e que tem trazido importantes resultados em termos de eficiência energética, é a adoção de sistemas de cogeração. Basicamente, a cogeração significa gerar vapor de processo e eletricidade com apenas uma fonte de energia. Na verdade o que se faz é usar no processo o vapor que já passou por uma turbina para gerar eletricidade, mas que ainda está superaquecido ou saturado.

A adoção desta prática tem permitido a algumas empresas utilizar com vantagens ambientais e econômicas o gás natural, em alguns casos inclusive vendendo excedentes de geração de energia à rede distribuidora.

b.2) Retorno de condensado

Após seu emprego na troca de calor, o vapor se torna condensado, que embora não esteja no estado gasoso ainda possui altas temperaturas. Despejar este líquido como efluente não apenas representa um perda de água tratada, mas principalmente uma grande perda de energia. No caso de caldeiras à óleo, cada metro cúbico de condensado à 85°C perdido representa um consumo adicional de 8,7 kg de óleo combustível, com as respectivas emissões. **(43)**

Uma última medida aplicável sobre o circuito de vapor e condensado é a realização de um programa de manutenção das tubulações. Estimativas mostram que um vazamento de vapor que produz uma nuvem de vapor escapando de uma linha ou um silvo agudo, pode gerar uma perda que varia de 1 a 5 kg de vapor por hora, o que representa um consumo anual de 700 a 3.500 kg de óleo combustível.

5. GLOSSÁRIO

- **Acidez ou acidez tituláveis** - indica a quantidade percentual de ácidos presentes na laranja. O principal ácido é o cítrico, com presença pequena de ácido málico e tartárico. A medida de acidez é basicamente a quantidade de ácido cítrico presente na fruta.(19)
- **Bicho furão** – é uma mariposa que deposita os ovos em frutos maduros, provocando seu apodrecimento e queda.(39)
- **Bins** - São estruturas de aço revestidas por blocos de madeira tratada, cuja função é a de proteger os frutos de impactos fortes .Outra medida para evitar que os frutos se danifiquem é a presença de defletores no interior dos bins. Estes defletores, posicionadas em ângulo amortecem a queda dos frutos que vêm dos transportadores e evitam que os frutos sofram esmagamento pelo próprio peso dos frutos armazenados. Como os bins tem vários espaços abertos, isto permite que haja arejamento do depósito mas também , a entrada de pragas como ratos e insetos. Por esta razão, todas as empresas do setor, contam com planos de controle de pragas.
- **Brix ou graus Brix** - É a medida do total de sólidos solúveis totais presentes no suco ou concentrado. Esses sólidos são açúcares como a frutose, glucose e sucrose.(19)
- **Cancro cítrico** – doença causada pela bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv *citri.*, manifesta-se por lesões parecidas com verrugas em folhas ,ramos e frutos.(39)
- **Células congeladas de laranja** - No processo de extração do suco de laranja, as células retiradas para acerto do teor de polpa , são um subproduto do processo. Pasteuriza-se as células antes de congelá-las. São usadas para sucos, refrigerantes para dar a sensação de suco feito na hora.
- **Condensado vegetal** - é como é chamado o condensado recuperado no TASTE.
- **Colunas Barométricas** - basicamente, são duas tubulações ligadas axialmente, e em uma delas flui água a alta velocidade. Isto gera uma depressão que arrasta o ar presente na outra tubulação, criando o vácuo necessário ao processo. A água utilizada circula em sistema fechado.
- **Cold pressed oil** – termo usado para designar o óleo extraído antes e durante as operações de extração.
- **CVC(amarelinho)** – causada pela bactéria *Xylella fastidiosa*,é transmitida por cigarrinhas que sugam a seiva das laranjeiras, ajudando a disseminar a doença. O amarelinho é notado pela diminuição do tamanho dos frutos, o que impossibilita seu consumo.(39)
- **Diacetil** – composto formado pela ação de bactérias lácticas sobre açúcares, formando o acetil metil carbinol, que por decomposição se transformam em diacetil. A presença de diacetil indica a necessidade de limpeza dos equipamentos.
- **D-limoneno** - É um líquido incolor , odor cítrico obtido pela destilação do licor cítrico. O licor provem da prensagem do resíduo úmido da laranja.(cálcio, bagaço, sementes,) após as extração do suco. O óleo presente no licor é removido durante a evaporação e condensado separadamente. O D-limoneno é uma das fontes mais puras de terpeno monocíclico O D-limoneno pode ser usado para solventes, borrachas, pigmentos, adesivos. Na área alimentícia é usado para sabores artificiais de menta e hortelã. (9)

- **FCOJ** - Produto principal de exportação das indústrias cítricas, o suco de laranja concentrado e congelado, com 65° Brix de sólidos solúveis dissolvidos. Todo o processamento descrito no documento a ele se refere. É usado como matéria-prima para a fabricação dos chamados sucos reconstituídos na Ásia, Europa e principalmente nos Estados Unidos.(9)(19)
- **Finishers** – também chamada de turbo-filtro, é uma prensa contínua dotada de parafuso sem fim. Dotada de peneiras intercambiáveis e regulagem que permite o controle do teor de polpa e da quantidade de suco arrastado pela polpa.(3)
- **Farelo de polpa cítrica** -Produto obtido pelo tratamento de resíduos sólidos e líquidos que sobraram da extração do suco . Formado por cascas, sementes e polpa de laranja,
- o material equívale a 50% do peso de uma fruta com umidade aproximada de 80%.No processo de fabricação, o material perde sua umidade e é agregado em pellets. O farelo peletizado é usado como complemento para ração animal , principalmente na pecuária. Tem boa aceitação como insumo na ração de rebanhos bovinos(leite e corte) por conter hesperidina, substância que inibe a mastite bovina. Sua utilização deve-se restringir a no máximo 30% da matéria seca para cada animal adulto.(9)
- **Laranja** laranjeira é uma fruta nativa da Ásia e sua disseminação em terras brasileiras começou na época da colonização. Resumidamente,as laranjas podem ser classificadas em laranjas doces e azedas. Esta classificação não é aquela ditada pelo senso comum. As laranjas doces recebem o nome latino de *Citrus sinensis*, e as azedas de *Citrus aurantium*.

Existem muitas variedades de laranjas doces, sendo as mais conhecidas para nós as variedades:

- Pêra, maturação semi-tardia;
- Natal,tardia;
- Valência, tardia;
- Bahia e baianinha,semi-precoce;
- Lima, piralima e hamlin, semi-tardia.
- Laranjas de umbigo como a Bahia e baianinha não são processadas para produção de suco. As laranjas azedas são usadas para obtenção de óleos essenciais usados nas indústrias farmacêuticas e alimentícias, a partir de suas folhas e cascas.
- **MSC(morte súbita dos citros)** – doença de causas desconhecidas, surgiu ao sul do Triângulo Mineiro e agora se espalha para o norte de São Paulo. As plantas doentes têm grande quantidade de raízes podres e mortas.(39)
- **Óleo essencial** - São óleos voláteis retirados da casca das frutas cítricas. Durante o processamento do suco, bolsas de óleo da casca se rompem, liberando o produto , que é removido por meio de jatos de água. Separado por centrifugação e posterior resfriamento. Tem sua aplicação na indústria alimentícia e farmacêutica . Usados também para dar sabores em bebidas , sorvetes e outros alimentos, fabricação de cosméticos , medicamentos e produtos de limpeza.
- **Pectina** - Agente gelificante, espessante e agente de suspensão em produtos de confeitaria. Polissacarídeo que junto com a celulose e a hemicelulose forma a matéria estrutural da parede celular. A pectina

comercialmente extraída vem da maçã e da laranja.

- **Pinta-preta** – doença causada pelo fungo *Guignardia citricarpa* e que como o nome indica, causa manchas e lesões pretas na superfície dos frutos. Não afeta a qualidade dos frutos para processamento. **(39)**
- **Polpa de laranja congelada** - No processo de extração do suco de laranja, as células retiradas para acerto do teor de polpa, são um subproduto do processo. Pasteuriza-se as células antes de congelá-las. São adicionadas em sucos para aumentar o teor de fibras. **(29)**
- **Propriedades bacteriostáticas** - capacidade de inibir a multiplicação de microorganismos
- **Pulp-wash** - Suco de grau inferior resultante da lavagem da polpa que sai dos finishers na fabricação do FCOJ. A polpa é lavada e o líquido concentrado em evaporadores de múltiplo efeito. O *pulp-wash* é usado como agente de turbidez em refrigerantes e bebidas.
- **Razão Brix/acidez** – mostra o equilíbrio doce-ácido de bebidas não alcoólicas, indica a qualidade e maturação da fruta. **(19)**
- **Suco de laranja não concentrado(NFC)** - É o suco extraído e somente pasteurizado, não sofrendo a concentração posterior. Há dois sistemas de pasteurização, o UHT (ultra high temperature) e o HTST (high temperature short time). Este último o mais utilizado, consistindo no aquecimento do suco a 95°C por 20 segundos e posterior resfriamento para 20°C. **(29)**
- Produto com mercado crescente, passou a ser explorado pelas empresas nacionais recentemente. A restrição que existia era devido a quantidade de água do suco diluído e seu custo de transporte. Mas com a crescente preferência dos consumidores por produtos frescos, este suco passou a ganhar mais mercado. Sua denominação em inglês é NFC, ou *not from concentrate* ou *single strength juice*.
- **Suco de laranja reconstituído** - Consumido largamente nos Estados Unidos, é produzido pela adição de água potável ao suco concentrado de forma a reduzir de 65°Brix para aproximadamente 11°Brix. Também se adicionam aromas, essências de laranja ou de frutas cítricas. **(29)**
- **T.A.S.T.E.** – Abreviatura do termo inglês *Thermally Accelerated Short Time Evaporator*. É um evaporador à vácuo de efeitos múltiplos de filme descendente usado nas indústrias cítricas para concentrar o suco de laranja. O vácuo é gerado por colunas barométricas. Dados de 1991, indicavam o rendimento de 5,9 kg água evaporada / kg de vapor. **(3)(38)**
- **Terpenos** – são encontrados na natureza, principalmente nos óleos essenciais. Muitos terpenos são hidrocarbonetos, mas há também compostos oxigenados como álcoois, aldeídos ou cetonas. Sua fórmula básica é $(C_5H_8)_n$.
- **Water phase/ oil phase** - São essências que se desprendem do suco de laranja durante sua concentração nos evaporadores. Os evaporadores T.A.S.T.E. contam com os chamados recuperadores de essência. Extraí-se uma fração aquosa e oleosa, vindo daí o nome water phase/ oil phase. Podem ser reincorporadas novamente ao suco ou vendidas para uso em refrigerantes ou sucos. **(9)**
- **W.H.E.** – Abreviatura do termo inglês *Waste Heat Evaporator* ou ECR, evaporador de calor residual. É um evaporador que utiliza o calor dos gases gerados no secador de ração para obtenção do d-limoneno

(em seu 2.º estágio) a partir do licor prensado. O produto final do *Waste*, como também é chamado, é o melaço cítrico, matéria-prima que pode ser vendida a fabricantes de bebidas alcoólicas ou incorporado na própria fábrica de ração para a produção de pellets.

6. BIBLIOGRAFIA

1. GUIMARÃES, José Jorge - **As indústrias de frutas cítricas da região de Matão e a influência das descargas de seus despejos líquidos na qualidade da água do rio São Lourenço (Bacia do Tietê Médio Inferior)**- Tese de mestrado – São Carlos, SP, USP - 1998.

METCALF&EDDY- **Wastewater Engineering :Treatment Disposal Reuse** – 3rd.ed., McGraw Hill- International Editors - 1991

- 2.**Citricultura brasileira**, editado por Rodriguez, F. Viegas , J. Pompeu Jr. , A.S. Amaro. 2.^a ed. Campinas, SP, Fundação Cargill - 1991.

- 3.CETESB- **Nota técnica sobre tecnologia de controle NT-19 – Indústrias de suco cítrico concentrado** – 1990.

- 4.CETESB - **Estabelecimento de fatores de emissão para efluentes líquidos de indústria de suco cítrico concentrado** – 1985.

- 5.GAZETA MERCANTIL DIGITAL – PLANALTO PAULISTA. **Produção e exportação críticas de A a Z** –Ano III – n.º631 de 04/06/01 – Disponível no link <www.gazetamercantilpp.com.br/jornal/880.htm> consultado em 07/04/03

- 6.SILVA,Fernando Teixeira, JARDINE, José Gilberto, MATTA, Virgínia Martins.**Concentração do suco de laranja (*Citrus Sinensis*) por osmose inversa.**

Ciênc. Tecnol. Aliment. [online) Jan./Abr.1998, vol.18, no.1 Disponível no link http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611998000100021&Ing=em&nrm=iso , Consultado em 12/05/03

- 7.BNDES- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – **Laranja – Informe Setorial**, disponível no link www.bndes.gov.br/conhecimento/setorial/gsl_07.pdf, consultado em 10/04/03

- 8.ABECITRUS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS EXPORTADORES DE CÍTRICOS, site www.abecitrus.com.br e troca de e-mails de mar./2003 a mar./2004

- 9.ANvisa – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, site www.anvisa.gov.br, consultado em 04/06/03 e 19/02/03

10. MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, site www.agricultura.gov.br, consultado em 10/02/04
11. USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, site www.usda.gov, consultado de 04/2003 a 02/2004
12. EPA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, site www.epa.gov consultado de 04/2003 a 02/2004
13. FAO/WHO – Food Standard Program - Codex Alimentarius Commission, www.codexalimentarius.net, consultado em 17/02/04
14. DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT AND HERITAGE - NATIONAL POLLUTANT INVENTORY, **Emission Estimation Technique Manual for Fruit and Vegetable Processing** — disponível no site www.npi.gov.au/handbooks/approved_handbooks/ffruitveg.html, consultado em 06/04/03
15. FLORIDA POLLUTION PREVENTION ROUNDTABLE – **Case stories – Florida Distillers Company** - www.flppr.org/content/item/index.cfm/cnt66, consultado em 27/03/03
16. DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT AND HERITAGE, **Sustainable Industry – Eco-efficiency & Cleaner production Case Studies Cleaner Production – Recovery of Citrus Oil and Molasses – The Original Juice Company** www.deh.gov.au/industry/corporate/eecp/industry.html, consultado em 25/03/03
17. UNIVERSITY OF FLORIDA — **Frozen Concentrated Orange Juice From Florida Oranges** – http://edis.ifas.ufl.edu/BODY_CH095, consultado em 08/08/03
18. ASME – AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS – **The FMC whole Citrus Juice Extractor** www.asme.org/history/brochures/h082.pdf, consultado em 06/10/03
19. VINCENT CORP. – site www.vincentcorp.com/applications/citrus/issue75.html, consultado em 03/02/04
20. UNIVERSIDADE DA PENNSILVÂNIA – Penn State Live – boletim do dia 14/10/03 – **Orange peel process may yield multi-million industry**. Site <http://live.psu.edu> em 31/10/03. Contato com o inventor por e-mail em 06/11/03.
21. CONTENTO TRADE – Processo Life Terpene – site www.contentotrade.it em 05/11/03. Contato com o responsável técnico por e-mail em 30/11/03.
22. FMC FOODTECH – fabricante de equipamentos para produção de suco de laranja – site corporativo www.fmcfoodtech.com de 04/2003 a 05/2003.
23. SUCORRICO – site corporativo da empresa www.sucorrico.com.br consultado em 06/05/03

- 24.CITROSUCO PAULISTA - site corporativo da empresa www.citrosuco.com.br consultado em 14/04/03
- 25.ENVIROWISE – GC261 “**Pigging Cuts Costs, Recovers Product and Reduces Effluent**”- estudo de caso consultado em 08/01/04, disponível no site www.envirowise.gov.uk
- 26.PAO, Steven. **Sanitation and HACCP**. Apresentação em Power Point disponível em www.fcprac.ifas.ufl.edu/citrustopics/Postharvest/Packinghouse%20Day%202000/Pao_files/frame.htm
- 27.TRIBESS, T.B. e TADINI, C.C. – **Suco de laranja minimamente processado: uma alternativa para ampliar o mercado de suco de laranja no Brasil**. Consultado em 03/02/04 e disponível em www.fearp.usp.br/egna/resumos/CarmenTadini.pdf
- 28.U.S. DEPARTMENT OF ENERGY – INDUSTRIAL ASSESSMENT CENTER - **Food Manufacturing Case Study**, Consultado em 01/06/04 no site www.iac.rutgers.edu/technicaldocs/casestudies/SF0244CaseStudy.pdf
- 29.MECAT USA –Fabricante de turbo-filtros , consultado em 31/05/04 no site www.mecatusa.com
- 30.PACIFIC GAS AND ELECTRIC COMPANY – PACIFIC ENERGY CENTER – **Industrial Refrigeration Systems**, Consultado em 31/05/04 no site www.pge.com/pec
- 31.PACIFIC GAS AND ELECTRIC COMPANY – PACIFIC ENERGY CENTER – **Food Processing Evaporator Systems**, Consultado em 31/05/04 no site www.pge.com/pec
- 32.PACIFIC GAS AND ELECTRIC COMPANY – PACIFIC ENERGY CENTER – **Motor Maintenance Efficiency Opportunities**, Consultado em 31/05/04 no site www.pge.com/pec
- 33.APV INVENSYS – Fabricante de equipamentos para indústria alimentícia e outras – **Evaporator Handbook**. Disponível no site www.api.com/us/eng/technologies/evaporation/Evaporation.htm, Consultado no dia 15/07/03.
- 34.INTERNATIONAL REFRIGERATION CONSORTIUM – University of Wisconsin – **Cutting Energy Waste in Large Refrigeration Systems**, Fact Sheet consultado em 31/05/04 no site www.irc.wisc.edu/file.php?id=33. Florida Department of Environmental Protection –
- 35.CARDENAS-LAIHACAR, Cristian, SERRANO, Helena, CORROCHANO, Edgard, LESCANO, Jose e SCHAUB, Diane. **Energy Savings in the Citrus Industry: Proposed solutions**, Consultado em 31/05/04 no site www.iac.rutgers.edu/technicaldocs/IAC_Papers/aceee2003/iac/EnerSavinginCitrusIndust.pdf
- 36.GEA WIEGAND, fabricante de equipamentos de evaporação, cristalização, destilação e microfiltração. Site corporativo consultado em 20/05/04, www.gea-wiegand.com
37. FUNDECITRUS- FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA. Site www.fundecitrus.com.br

consultado em 12/05/03

38. AB ENZYMES GmbH, empresa fabricante de enzimas para aplicações em bebidas e sucos. Site corporativo www.abenzymes.com, consultado em 01/10/03 e contato com a empresa via e-mail em 11/12/03.
41. NOVOZYMES, empresa fabricante de enzimas para aplicações em bebidas e sucos. Site corporativo www.novozymes.com, consultado em 22/09/03 e contato com a empresa via e-mail em 23/02/04.
42. FDEP - FLORIDA DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION OF FLORIDA, Site disponível em www.dep.state.fl.us, consultado por e-mail e website entre os meses de junho/03 a março/04.
43. FDEP – **Florida’s Innovative Citrus Program submittal to EPA**, consultado no www.dep.state.fl.us em 05/07/04.
44. UNEP/IE – UNITED NATIONS PROGRAMME /INDUSTRY AND ENVIRONMENT, **Environmental management in the brewing industry**, UNEP Technical Report Series n.º33, UNEP, Paris, 1996.
45. CITROTEC – **Manual de operação: Secador de Bagaço Cítrico**. Empresa fabricante de equipamentos como evaporadores, centrífugas, secadores etc. Consulta por e-mail e site www.citrotec.com.br em 20/02/05.



SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE



GOVERNO DO ESTADO DE
SÃO PAULO
RESPEITO POR VOCE