

ANÁLISE DOS EFLUENTES DA PRODUÇÃO DE CACHAÇA E SEUS IMPACTOS SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS MONITORADOS EM ITABIRA-MG

Thais Silva Santos¹; Giselle de Paula Queiroz Cunha²; James Lacerda Maia³; Andreiva Lauren Vital do Carmo⁴; Gabriela Cristina Lipra⁵ & Anderson de Assis Morais⁶

Resumo – A produção de cachaça artesanal através da cana-de-açúcar é uma importante fonte de renda para a zona rural. Entretanto, no processo de produção de cachaça é obtido um subproduto chamado vinhoto, que se caracteriza por ser cem vezes mais poluidor do que o efluente doméstico. Assim, o presente trabalho objetiva comparar os resultados obtidos a partir da caracterização do efluente gerado da atividade de produção de cachaça de alambique (vinhoto) e os resultados obtidos no monitoramento da qualidade da água em córregos próximos a alambiques previamente selecionados no município de Itabira-MG. Uma análise integrada entre os resultados obtidos no monitoramento da qualidade da água (pH, DBO, DQO e Temperatura) a montante e jusante dos empreendimentos de alambique, indica que em relação ao descarte do vinhoto para ambos os empreendimentos estudados, o efluente lançado provavelmente exerce influências sobre os valores de DBO durante o percurso do córrego, sendo possível observar, que nos pontos de coleta demarcados na direção do empreendimento (P3), os níveis deste parâmetro se mantêm elevados (mesmo no período chuvoso e entressafra), concluindo-se que mesmo não sendo uma fonte pontual e única responsável pelo incremento de matéria orgânica, a influência sobre a alteração da qualidade da água é efetiva.

Palavras-Chave – efluentes, alambique, impacto ambiental

ANALYSIS OF WASTEWATER PRODUCTION CACHAÇA AND ITS IMPACTS ON WATER RESOURCES IN MONITORED ITABIRA-MG

Abstract – The production of cachaça through cane sugar is an important source of income for the rural area. However, in the production process liquor is obtained from a by-product called vinhoto, which is characterized by a hundred times more polluting than the wastewater. Thus, the present study aims to compare the results obtained from the characterization of the effluent of production activity alembic cachaça (vinhoto) and the results obtained in the monitoring of water quality in streams near stills previously selected in the Municipality of Itabira-MG. An integrated analysis of the results obtained in the monitoring of water quality (pH, BOD, COD and temperature) upstream and downstream enterprises still indicates that in relation to the disposal of stillage for both projects studied, the effluent released probably exerts influences on the values of BOD during the course of the stream, and can observe that the collection points marked in the direction of the enterprise (P3), this parameter levels remain high (even in the rainy season and off season), concluding that although not a point source and solely responsible for the increase of organic matter, the influence on the change of water quality is effective.

Keywords – effluents, alembic, environmental impact

¹ Universidade Federal de Itajubá – Unifei, tsilva1104@gmail.com

² Universidade Federal de Itajubá – Unifei, gisellequeiroz@unifei.edu.br

³ Universidade Federal de Itajubá – Unifei, jamesmaia@unifei.edu.br

⁴ Universidade Federal de Itajubá – Unifei, andreivalauren@gmail.com

⁵ Universidade Federal de Itajubá – Unifei, gabriela_lipra@hotmail.com

⁶ Universidade Federal de Itajubá – Unifei, andersonamorais@gmail.com

INTRODUÇÃO

A agricultura apresenta hoje duas vertentes a serem consideradas quando se refere aos sistemas de produção, de um lado temos sistemas agrícolas mais primitivos que consomem muitos recursos naturais para a obtenção dos devidos produtos, e de outro lado temos sistemas de produção altamente intensificados, consumindo menos recursos, porém introduzindo no meio ambiente novos elementos e produtos causadores de desequilíbrios (inseticidas, pesticidas, fertilizantes, sais, etc.). Um dos exemplos de produto agrícola é a cana-de-açúcar.

A cana-de-açúcar contém várias utilidades, no caso específico teremos a produção de cachaça ou aguardente de cana — sendo a terceira bebida destilada mais consumida no mundo e a segunda no Brasil, atrás apenas da cerveja. Segundo o Programa Brasileiro de Desenvolvimento da Aguardente de Cana, Caninha ou Cachaça (PBDAC) produção é em torno de 1,3 bilhão de litros por ano, sendo que cerca de 75% desse total é proveniente da fabricação industrial e 25% da forma artesanal. No caso da indústria de cachaça artesanal em zonas rurais, há necessidade de quantidades grandes de água para aumento da produtividade em seus processos e operações — suas instalações são próximas a mananciais de água — levantando uma grande preocupação quanto ao resíduo gerado, dentre os quais se destacam o bagaço e o vinhoto.

Segundo Felipe (2010) o que mais preocupa é que com frequência, o vinhoto é descartado diretamente em corpos d'água das regiões produtoras de cana da região Sudeste e outras regiões do Brasil, seja por negligência, imperícia ou até mesmo por dolo dos técnicos, embora essa prática seja proibida por lei desde 1973.

Assim, o presente trabalho objetiva comparar os resultados obtidos a partir da caracterização do efluente gerado da atividade de produção de cachaça de alambique (vinhoto) e os resultados obtidos no monitoramento da qualidade da água em córregos próximos a alambiques previamente selecionados no município de Itabira-MG. A Resolução CONAMA 430/2011 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes (resolução essa que complementa e altera a Resolução 357/2005) e a Resolução CONAMA 357/2005 para águas de classe 2, serão as legislações que nortearão a presente análise integrada.

METODOLOGIA

Os itens demonstrados no quadro 1 sintetizam os procedimentos metodológicos deste estudo

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. Selecao das unidades produtivas (alambiques)2. Caracterizacao do empreendimento e das etapas produtivas3. Analise qualitativas dos corpos hidricos a montante e jusante das unidades produtivas4. Analise da caracterizacao do efluente gerado (vinhoto)5. Comparacao dos resultados obtidos entre a caracterizacao do efluente e qualidade da agua monitorada com na legislacao vigente |
|---|

Quadro 1 – Síntese do procedimento metodológico adotado no estudo.

Seleção das Unidades produtivas (alambiques): A seleção ocorreu através de reuniões e visitas técnicas em conjunto com a Secretaria Municipal do Meio Ambiente e consulta ao setor de licenciamento da mesma. Através dos bancos de dados do setor de licenciamento foram visitados 6 alambiques regularizados pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Sendo que dos 6 (seis) alambiques visitados foram selecionados 2 (dois) empreendimentos como objeto de estudo. A Figura 2 ilustra os limites administrativos e sub-bacias hidrográficas onde estão instalados os empreendimentos de alambiques e a localização dos alambiques visitados para seleção.

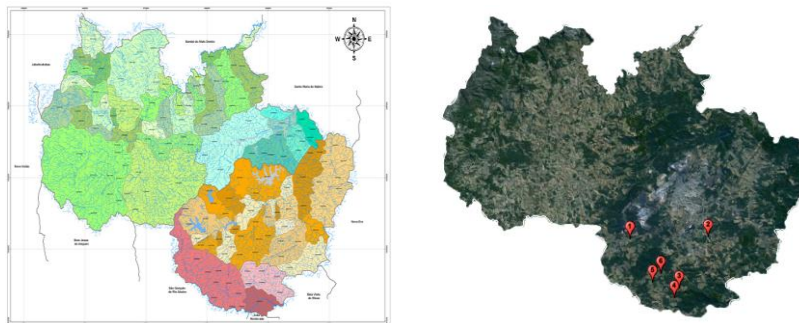


Figura 1: A esquerda, o mapa com os limites administrativos de Itabira/MG e suas Sub-bacias hidrográficas. E a direita, imagem de satélite ilustrando a distribuição dos alambiques visitados no limite geográfico de Itabira (Fonte: Google)

O primeiro empreendimento selecionado (Figura 3, a esquerda) localiza-se no bairro Barro Branco, Zona Rural – Itabira – MG, coordenadas -19.691617° e -43.293592° . É o maior alambique da região produzindo em média 9500L por safra. A atividade predominante é a produção de aguardente de cana-de-açúcar contemplando o plantio, colheita, moagem, fermentação do caldo e armazenamento/envelhecimento do produto. O segundo empreendimento selecionado (Figura 3, a direita) localiza-se no bairro Candidópolis, Zona Rural – Itabira – MG, coordenadas -19.745821° e -43.262543° . A fábrica de cachaça – situada a aproximadamente 3m do curso d’água que atravessa a propriedade – possui uma produção de aproximadamente de 50L por dia alcançando a marca de 6000L por safra.



Figura 2: A esquerda, vista geral do empreendimento 1 selecionado. E a direita, vista geral do empreendimento 2 (Fonte: autor)

Análise qualitativa dos recursos hídricos a montante e jusante das unidades produtivas:

Em estudo realizado por Fonseca (2013) para cada unidade produtiva foram selecionados cinco pontos de amostragem, sendo dois a montante, um ponto na direção do empreendimento e dois pontos a jusante do, com um espaçamento ao longo do curso d’água de aproximadamente 1 km de distância em relação a cada ponto de coleta monitorado, com objetivo de registrar os possíveis impactos sobre a qualidade da água e as tendências de melhora desta qualidade ao decorrer do curso

d'água.

As amostras de água para o período de chuva e seca foram coletadas, respectivamente em setembro de 2012 e março de 2013. Os parâmetros analisados em especial para esse trabalho foram DQO, DBO, Temperatura e pH. A temperatura e o pH foram monitorados com auxílio de uma sonda multiparâmetro, previamente calibrada conforme orientação do fabricante. Sendo assim, realizou-se a análise desses parâmetros *in loco*, ou seja, no próprio local de coleta. Para a quantificação dos parâmetros demanda bioquímica de oxigênio e demanda química de oxigênio as amostras foram coletadas em recipientes plásticos apropriados.

O material coletado foi acondicionado e transportado para realização de análise nos laboratórios de Química Ambiental da Universidade Federal de Itajubá, *campus* Itabira, conforme procedimentos metodológicos cumprem o descrito em *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21st edition (APHA/AWW/WEF, 2005). Posteriormente à quantificação dos parâmetros, foi realizada a interpretação e a verificação do enquadramento dos resultados obtidos, averiguando a conformidade destes em relação aos valores estipulados pela Resolução Conama 357/2005.

Análise da caracterização dos efluentes gerados (vinhoto) e comparação dos resultados obtidos entre a caracterização do efluente e a qualidade da água monitorada com base na legislação vigente: Esta etapa foi realizada a partir de pesquisa em publicações diversas e legislação referente ao tema, mais especificamente a Resolução Conama 430/2011 que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes (resolução essa que complementa e altera a Resolução 357/2005) e a Resolução Conama 357/2005 para águas de classe 2, serão as legislações que nortearão a presente análise integrada.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Art. 12 da Resolução Conama 430/2011 considera que o lançamento de efluentes em corpos de água, com exceção daqueles enquadrados na classe especial, não poderá exceder as condições e padrões de qualidade de água estabelecidos para as respectivas classes, nas condições da vazão de referência ou volume disponível, além de atender outras exigências aplicáveis. Sendo assim, após pesquisa em diversos trabalhos científicos sobre caracterização química do vinhoto de cana de açúcar (vide Tabela 1), observar os resultados obtidos por demais autores e as legislações aplicáveis (Resolução Conama 357/2005 e 430/2011), o presente artigo destaca também a análise integrada para os parâmetros pH, Temperatura, DBO e DQO (Figuras 4 e 5) conforme resultados e discussões abaixo.

A partir dos resultados referentes ao monitoramento da qualidade da água, obtido por Fonseca (2013) e conhecimento sobre as características do vinhoto gerado busca-se realizar análise integrada quanto à influência causada pelo vinhoto sobre os recursos hídricos às proximidades dos empreendimentos de alambique. O vinhoto é constituído de teor de sólidos em torno de 7%, dos quais 75% orgânicos e biodegradáveis, apresentando elevada DQO e DBO, sugerindo seu potencial altamente poluidor. Apresenta também o pH em torno de 4,15, fato que, aliado à alta temperatura na qual é obtida, confere-lhe caráter altamente corrosivo.

Tabela 1: Características do vinhoto de cana-de-açúcar

Referência	Parâmetros							
	Temp. (°C)	DQO (g/L)	DBO (g/L)	K total (mg/L)	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	N total (mg/L)	P total (mg/L)	pH
Cail & Barford (1985)	–	30	–	–	1383	523	250	–
Callander & Barford (1983)	–	26	13	2100	1470	1190	320	–
Cetesb (1982)	–	14 – 33	6 – 17	991 – 1735	600 – 760	150 – 700	4 – 92	–
Driessen <i>et al.</i> (1994)	–	22	15	-	400	400	58	–
Van Haandel (2000)	95	30	18	1000	–	350	150	3,5
Van Haandel & Catunda (1994)	–	25	12	800	–	400	200	-
Elia Neto & Nakahodo (1995)	89,16	28	17	2035	1538	357	60	4,15
Elia Neto & Zotelli (2008)	100	32	11	2667	861	353	32	4,8
Prada <i>et al.</i> (1998)	–	–	–	–	2500 – 900	–	68 – 120	–
Araujo <i>et al.</i> (19XX)	–	32,90	14,30	–	-	270	180	4,0
Uchimura (2006)	–	31,35	17,07	1473	897	412	109	3,73
Leite (1999)	–	27	–	–	–	690	–	–
Musee <i>et al.</i> (2007)	96	39,47	–	979,03	–	186	191,75	3,76
Sopral (1986)	80 – 100	15 – 33	6 – 16,5	1200 – 2100	600 – 760	150 – 700	10 – 210	3,7 – 4,6
Mínimos e Máximos	80 – 100	14 – 39,5	6 – 18	991 – 2667	400 – 2500	150 – 1190	4 – 320	3,5 – 4,8
Padrão Res. Conama 430/2011	< 40	-	Remoção mínima de 60%	-	-	-	-	5-9
Padrão Res. Conama 357/2005	< 25	-	Até 5 mg/L O ₂ ;	-	-	-	até 0,050 mg/L	6-9

No entanto, apesar das variações, tipicamente o vinhoto apresenta baixo pH, alto teor de matéria orgânica e nutrientes, e alta temperatura. Na Tabela 1 são apresentadas algumas características do vinhoto do caldo encontradas na literatura.

Segundo a pesquisas realizadas, para cada litro de cachaça produzido são obtidos em média 4 litros de vinhoto, o principal agente poluidor dessa atividade. Dessa forma, é bom lembrar que essa quantidade de vinhoto se equivale a 427,2 toneladas de uréia, 139,2 toneladas de superfosfato triplo e 969,6 toneladas de cloreto de potássio – substâncias químicas altamente poluidoras encontradas no efluente de esgoto doméstico.

O volume de vinhoto gerado pode variar em razão da matéria-prima utilizada, do rendimento de álcool resultante da fermentação, e da forma de gestão de resíduos nas usinas. Em todo o caso, os valores encontrados na literatura para as destilarias no Brasil reportam uma produção de pelo menos 11 L vinhoto para cada 1 L de cachaça

Pode-se achar na literatura diversas características do vinhoto, isso se dá devido a composição do vinhoto depender do processo de fabricação do álcool, destacando-se no processo: a natureza e composição da matéria-prima, natureza e composição do vinho, sistema de fermentação, aditivos utilizados na fermentação, produtos químicos, ácidos, antibióticos e nutrientes à base de nitrogênio e fósforo, tipos e aparelhos utilizados na destilação, raça de levedura utilizada, qualidade da água usada e, finalmente, sistema de trabalho e influência dos operadores

Ao analisar a Figura 4, os valores de DQO, DBO, Temperatura e pH encontram-se muito abaixo dos valores mínimos dos mesmos parâmetros do vinhoto dispostos na tabela 1. Entretanto, os valores de DBO encontram-se acima do padrão estabelecido na resolução CONAMA 357/2005, indicando um despejo de efluentes rico em matéria orgânica, fator este proveniente, não necessariamente do vinhoto, mas também, da alta demanda de esgoto doméstico e resíduos agrícolas depositados no córrego.

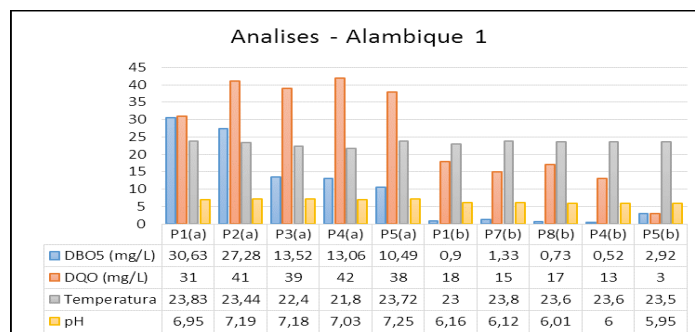


Figura 3: Resultado da quantificação dos parâmetros avaliados - Alambique 1. LEGENDA: P1(a) até P5(a) coletas no período de seca e P1(b) até P5(b) coletas no período de chuva

A matéria orgânica presente nos corpos d'água e nos esgotos é uma característica de primordial importância, sendo a causadora principal do problema de poluição das águas. Considerando que a matéria orgânica é responsável pelo consumo dos microrganismos decompositores do oxigênio dissolvido na água; a DBO e a DQO retratam, de uma forma indireta, o teor de matéria orgânica nos esgotos ou no corpo d'água, sendo de grande importância na caracterização do grau de poluição.

O vinhoto, resíduo líquido final da fabricação do álcool por via fermentativa, é um dos principais subprodutos gerados, dependendo da região, recebe diferentes denominações tais como: vinhaça, restilo, caldo ou garapão. É caracterizado como efluente de alto poder poluente e alto valor fertilizante. Sua força poluente, cerca de cem vezes a do esgoto doméstico, decorre da sua riqueza

em matéria orgânica além de possuir três importantes componentes: o nitrogênio, o fósforo e o potássio

Consta em outras pesquisas confirmação que ao ser lançado, o vinhoto apresenta elevada carga orgânica, (entre 15.000 e 33.000 mg DQO/l), pH baixo (próximo de 4,0), além de elevadas temperatura 80°C a 100°C, sendo portanto, extremamente prejudiciais ao solo e aos corpos d'água.

Devido a suas características de baixo potencial hidrogeniônico (pH) e elevada demanda química de oxigênio (DQO), o vinhoto se encontra entre os rejeitos industriais de maior potencial poluidor

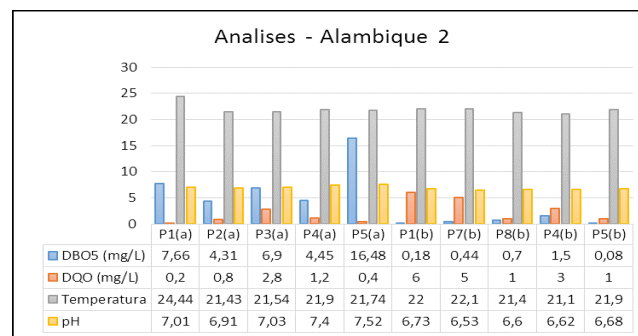


Figura 4: Resultado da quantificação dos parâmetros avaliados - Alambique 2. LEGENDA: P1(a) até P5(a) coletas no período de seca e P1(b) até P5(b) coletas no período de chuva

Quando se analisa os resultados obtidos e apresentados na Figura 5, observa-se uma semelhança com a Figura 4, ou seja, os valores apresentados para esses parâmetros também se encontram muito abaixo dos valores mínimos referentes aos parâmetros do vinhoto dispostos na Tabela 1. Entretanto, existe uma anormalidade no parâmetro de DBO, causados principalmente pelo vinhoto.

A temperatura é outro parâmetro a ser destacado, visto que os valores apresentados na Tabela 1 são elevados resultando no aumento da taxa de reações físicas, químicas e biológicas (na faixa usual de temperatura); elevações da temperatura diminuem a solubilidade dos gases (ex: oxigênio dissolvido); elevações da temperatura aumentam a taxa de transferência de gases (o que pode gerar mau cheiro, no caso da liberação de gases com odores desagradáveis).

CONCLUSÃO

O vinhoto possui alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) assim, quando lançado in natura nos corpos d'água pode causar a morte de peixes e plantas. Como normalmente o vinhoto é lançado diretamente nos corpos d'água, isso se tornou um dos maiores fatores de poluição das microbacias estudadas, sendo fonte de desperdício, frente a um agricultor sustentável.

Uma análise integrada entre os resultados obtidos no monitoramento da qualidade da água a montante e jusante dos empreendimentos de alambique, destaca que em relação ao descarte do vinhoto para ambos os empreendimentos estudados, o efluente lançado provavelmente exerce influências sobre os valores de DBO durante o percurso do córrego, sendo possível observar, que nos pontos de coleta demarcados na direção do empreendimento (P3), os níveis deste parâmetro se mantêm elevados, concluindo-se uma disposição final do efluente gerado na produção de cachaça.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI (Campus Itabira)
À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG

REFERÊNCIAS

SEBRAE – Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas e SEAMA – Secretaria de Estado para Assuntos do Meio Ambiente, **RECOMENDAÇÕES DE CONTROLE AMBIENTAL PARA PRODUÇÃO DE CACHAÇA**. Vitória, 2001. Disponível em <[http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/e88f72ba6056973403256d470064b9dc/2c827ded6d4b894003256ea8005177b9/\\$FILE/NT0006011A.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/e88f72ba6056973403256d470064b9dc/2c827ded6d4b894003256ea8005177b9/$FILE/NT0006011A.pdf)>

NIGRI, E. M. *et al.*, **COMPARANDO PROCESSOS INDUSTRIAIS E ARTESANAIS: UMA APLICAÇÃO DA ANÁLISE SIMPLIFICADA DO CICLO DE VIDA NA PRODUÇÃO DE CACHAÇA**, XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Maturidade e desafios da Engenharia de Produção: competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente. São Carlos, SP, Brasil, 12 a 15 de outubro de 2010. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STP_121_787_16153.pdf>

VILELA, A. F., **ESTUDO DA ADEQUAÇÃO DE CRITÉRIOS DE BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO NA AVALIAÇÃO DE FÁBRICAS DE CACHAÇA DE ALAMBIQUE**, Faculdade de Farmácia da UFMG, Belo Horizonte, MG 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>

BERTONCINI, E. I. TRATAMENTO DE EFLUENTES E REÚSO DA ÁGUA NO MEIO AGRÍCOLA. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, Piracicaba, p. 152-169, Junho 2008. Disponível em: <http://www.dge.apta.sp.gov.br/publicacoes/t%26ia/T&IAv1n1/Revista_Apta_Artigo_118.pdf>. Acesso em: 13 Maio 2012.

MIERZWA, F. **A poluição das águas**. Disponível em: <<http://www.phd.poli.usp.br/phd/grad/phd2218/material>>. Acesso em: 10 maio 2012.

PINTO, C. P. **Tecnologia da digestão anaeróbia da vinhaça e desenvolvimento sustentável**. Dissertação (mestrado) em Planejamento de Sistemas Energéticos da Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, SP. 147 p. 1999.

ELIA NETO, A; NAKAHODO, T. **Caracterização físico-química da vinhaça - Projeto nº9500278**. Relatório Técnico da Seção de Tecnologia de Tratamento de Águas do Centro de Tecnologia Copersucar, Piracicaba, 1995. 26p.

VAN HAANDEL, A. C. **Aproveitamento dos subprodutos de destilarias de álcool para proteger o meio ambiente e aumentar a rentabilidade**. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL, 27, Porto Alegre, 3-8 dic., 2000.