

EFICIÊNCIA DE UMA PENEIRA ROTATIVA DE FLUXO AXIAL NA SEPARAÇÃO SÓLIDO/LÍQUIDO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DA LAVAGEM E DESPOLPA DE FRUTOS DO CAFEIEIRO

CARVALHO, L.T.¹; FERNANDES, H.C.¹; MATOS, A.T.¹ e QUEIROZ, D.M.¹

¹DEA, UFV, <ltorres@alunos.ufv.br>

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de uma peneira rotativa de fluxo axial na separação sólido/líquido de águas residuárias da lavagem e despulpa de frutos do cafeeiro. A avaliação foi feita com a coleta de trinta amostras do afluente e dos efluentes da máquina. A máquina utilizada na separação possui peneira rotativa de fluxo axial com cilindro de 0,60 m de diâmetro e 2,00 m de comprimento, peneira de malha 28 e fio 30 de aço inox, inclinação de 7%, rotação do cilindro de 33 rpm e motor elétrico de 1 cv. As seguintes análises foram realizadas no afluente e efluente da máquina: sólidos totais (ST), DQO, DBO e concentração de potássio, sódio e fósforo. Concluiu-se que o peneiramento foi eficiente na remoção dos sólidos grosseiros, não tendo sido obtida grande eficiência na remoção de fósforo, potássio e sódio. Observou-se diminuição nos valores de eficiência de separação de sólido/líquido nos três tipos de café processado com o tempo de operação da máquina. Com a recirculação do efluente houve economia de 75% de água na lavagem e no descascamento dos frutos de café, embora tenha aumentado a concentração de DBO e DQO no efluente da máquina.

Palavras-chave: peneira rotativa, águas residuárias, beneficiamento de frutos do cafeeiro.

EFFICIENCY OF NA AXIAL FLOW ROTARY MACHINE IN SOLID/LIQUID SEPARATION OF WASTEWATER PRODUCED IN THE WASHING AND PULPING PROCESSES OF COFFEE CHERRIES

ABSTRACT: The objective of the present work was to evaluate the efficiency of a rotative sieve machine in the separation of solids/liquids of wastewater of the coffee fruits pulping. Thirty samples of wastewater of the coffee fruits pulping of the variety Catuaí. The machine used in this work it was the rotative sieve of axial flow that presented the following technical characteristics: cylinder with diameter 0,60m and 2,00m of length, drizzles of mesh 28 and I entrust 30 of steel inox, inclination of 7%, rotation of the cylinder 33rpm, motor tramway of 1cv. The following analyses were accomplished: total solids (ST), DQO, DBO, potassium, sodium and match. It was ended that the separation of solids/liquids was efficient in the

removal of the rude solids. It was not obtained great efficiency in the match removal, potassium and sodium. A decrease was observed in the values of efficiency of solids/liquids separation in the three types of processed coffee. With the recycle of the wastewater there is an increment tendency in DBO and entrance DQO in the sieve. With the recycle of the wastewater there was economy of 75% of water in the wash and of the coffee fruits pulping

Key words: rotative sieve machine, wastewaters, coffee fruits processing.

INTRODUÇÃO

Atualmente, o descascamento e a demucilagem do fruto do cafeeiro do tipo “cereja”, com a separação de frutos verdes, proporciona secagem mais uniforme dos grãos, além de minimizar a fermentação destes, o que possibilita melhoria na qualidade e no sabor da bebida do café, que, desse modo, alcança melhor preço no mercado.

Com esse objetivo, tem-se incrementado investimentos na área de beneficiamento e processamento do fruto do cafeeiro, como a aquisição de moega de recepção, com pré-limpeza; lavador de grãos, visando a separação dos grãos secos, conhecidos como “bóia”, dos grãos verdes e cereja; descascador de grãos cereja, que separa os grãos verdes; e demucilador, que retira parte da mucilagem aderida aos grãos, minimizando sua fermentação por microrganismos. Esse processo gera o grão denominado cereja descascado, muito próximo ao tipo despulpado por via úmida, ainda utilizado por vários produtores de bebida fina e conhecido como “café de bebida estritamente mole”, ou “mole”, mais “encorpado”, alcançando melhores preços no mercado. A atividade de lavagem e despulpa dos frutos do cafeeiro é geradora de grande volume de águas residuárias, ricas em material orgânico de grande poder poluente (BARTHOLO et al., 1989).

Segundo GONÇALVES et al. (2000), a carga orgânica presente nessas águas residuárias é função do tipo de fruto em processamento. Quando o fruto em beneficiamento é do tipo “coco”, a carga orgânica é menor e, por isso, os valores de DBO e DQO também. Entretanto, quando frutos do tipo “cereja” são processados, a água residuária adquire carga orgânica maior e há sensível elevação da DBO e DQO.

De acordo com MATOS et al. (1999), a composição da água residuária bruta, com condutividade elétrica de 4,83 dS/m, contém em média 462 mg/L de potássio, 3.900 mg/L de DQO e 3242 mg/L de DBO.

Dentre as formas alternativas de tratamento primário para remoção de poluentes presentes nas águas residuárias está o peneiramento. Além da remoção de sólidos sedimentáveis, o processo de peneiramento pode remover alguns sólidos em suspensão (STEEL e MCGHEE, 1979).

O peneiramento tem como objetivo obter duas frações, bem distintas dos resíduos, uma líquida e a outra sólida. As peneiras podem ser construídas em chapa metálica ou malha de arame. As chapas metálicas possuem furos ou orifícios, que podem ser redondos, oblongos ou triangulares. Já as peneiras de malhas são formadas por tramas de arames, geralmente com aberturas de formato quadrado ou retangular.

VERAMANDE (1989), citado por BELLI FILHO e CASTILHOS (1990), avaliando peneiras com malha de 800 e 500 um obteve eficiência de remoção de sólidos totais da ordem de 40 e 49%, respectivamente.

As peneiras classificam-se em estáticas, vibratórias e rotativas. As peneiras vibratórias realizam movimentos oscilatórios tangencial e vertical, que mantêm os resíduos em fluxo contínuo. Dessa maneira, realiza-se a separação da parte líquida da fração sólida (GREEN e KRAMER 1979). A vantagem da peneira vibratória é a baixa tendência ao entupimento, além do fato de comportar crivos de menor diâmetro que a estática, retirando, com isso, maior quantidade de partículas finas.

Segundo MERKEL (1981), as peneiras vibratórias podem operar com maior concentração de sólidos nas águas residuárias (16%) do que as peneiras estáticas (9%).

As peneiras rotativas são fabricadas em diversos modelos podendo ser classificadas, em função do fluxo afluyente, em tangenciais ou de fluxos axiais. As peneiras de fluxo tangencial têm como característica a carga externa, ou seja, o resíduo líquido é carregado na parte superior do tambor; a fração líquida atravessa os crivos, depositando-se na sua parte inferior, e a fração sólida adere à superfície, sendo retirada por uma lâmina de raspagem (MERKEL, 1981). As vantagens deste sistema são a operação de forma contínua, com pequena ou nenhuma obstrução dos crivos, e a capacidade de remover partículas grosseiras e, também, finas.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de uma peneira rotativa de fluxo axial na separação sólido/líquido de águas residuárias da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos na Fazenda Lage, localizada no município de Viçosa, Zona da Mata mineira, coordenadas geográficas: 20^o 45' de latitude sul e 42^o 51' de longitude oeste de Grw, com altitude média de 689,73 m.

A água residuária utilizada nos testes foi o efluente da lavagem e despolpa de frutos do cafeeiro da variedade Catuaí (ARC). O efluente foi caracterizado, de acordo com o tipo de fruto em processamento, como frutos do tipo “coco”, frutos do tipo “cereja” e frutos do chão. O efluente do processamento dos frutos do tipo “coco” e frutos do chão foi totalmente recirculado por meio de uma motobomba com vazão de $0,0033 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. No processamento dos frutos do tipo “cereja”, parte foi recirculada ($0,0033 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) e parte foi enviada para as lagoas de tratamento ($0,001 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), pois utilizou-se água limpa na demucilagem dos frutos.

As amostras foram coletadas de vinte em vinte minutos em recipiente de 20 litros e, após homogeneização, retirava-se uma alíquota de um litro e meio para análise. Coletou-se amostra na entrada (afluente) e saída (efluente) da peneira. O afluente foi composto de líquido e cascas e o efluente foi coletado na saída da peneira. Foram coletadas oito amostras de águas residuárias do processamento de frutos do tipo “cereja”, contemplando quatro amostras do afluente e quatro amostras do efluente da peneira; dez amostras de águas residuárias do processamento de frutos do chão, contemplando cinco amostras do afluente e cinco amostras do efluente da peneira; e doze amostras de águas residuárias do processamento de frutos do tipo “bóia”, contemplando seis amostras do afluente e seis amostras do efluente da peneira.

A máquina utilizada neste trabalho foi a peneira rotativa de fluxo axial (Figura 1), desenvolvida no Laboratório de Mecanização Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA) da Universidade Federal de Viçosa, com as seguintes características: cilindro com 0,60 m de diâmetro e 2,00 m de comprimento, peneira de malha 28 e fio 30 de aço inox, inclinação de 7%, rotação do cilindro de 33 rpm e motor elétrico de 1cv.

As amostras coletadas foram analisadas no Laboratório de Qualidade da Água do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV. Seguindo metodologia apresentada no Standard Methods (APHA, 1995), as seguintes análises foram realizadas: sólidos totais (ST), DQO e DBO. A determinação do potássio, sódio e fósforo solúveis foi feita por fotometria de chama e colorimetria, respectivamente, seguindo-se recomendações de RUMP e KRIST (1992).

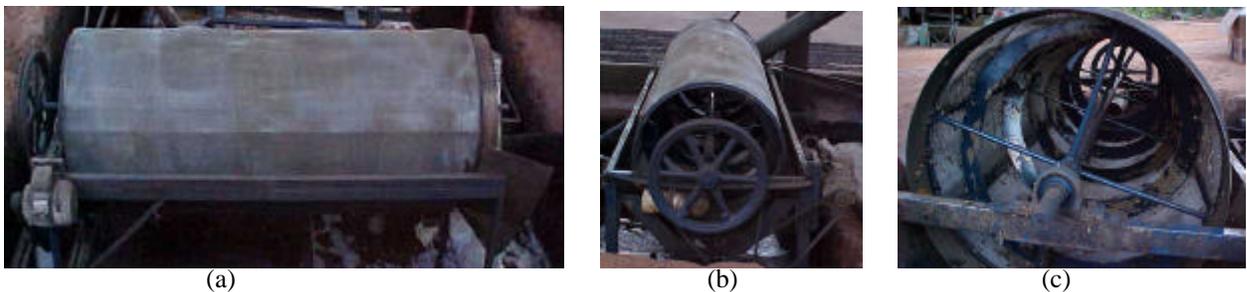


Figura 1 - Vista lateral da peneira rotativa (a), vista posterior da peneira (b) e vista interna da peneira (c).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises física, químicas e bioquímicas nas ARC estão apresentados no Quadro 1. Na Figura 2 estão apresentados os valores de eficiência de separação sólido/líquido, expressa em porcentagem (%), durante o processamento de frutos dos tipos cereja, bóia e de chão. Pelos resultados obtidos, pode-se observar diminuição na eficiência de remoção de ST nos efluentes do processamento dos três tipos de frutos com o tempo de operação da máquina, possivelmente em razão do aumento de partículas finas presentes no efluente. O acréscimo de partículas finas no efluente pode ser devido ao intensivo fracionamento das partículas sólidas retidas no processo, que, dessa forma, ficam sujeitas a maior atrito com as peneiras e outras partes móveis da máquina.

Quadro 1 - Concentração de sólidos totais (ST), DBO, DQO e potássio (K), sódio (Na) e fósforo (P) solúveis nas amostras de efluentes e afluentes da peneiras de separação sólido/líquido de águas residuárias da lavagem e descascamento dos frutos de café

Tipo de Fruto Processado	Local de Amostragem	Tempo da Amostragem (min)	Amostras	DBO mg.L ⁻¹	DQO mg.L ⁻¹	ST g.L ⁻¹	Na mg.L ⁻¹	K mg.L ⁻¹	P mg.L ⁻¹
Fruto Cereja	Afluente	0	1	4390,4	36000,0	21,0	12	354	3,3
	Afluente	20	2	10028,9	18000,0	18,0	9	350	3,1
	Afluente	40	3	15694,2	12000,0	11,7	12	344	2,5
	Afluente	60	4	20599,1	18000,0	11,3	10	338	2,8
	Efluente	0	5	17919,0	14000,0	8,1	11	317	2,3
	Efluente	20	6	24805,9	28000,0	9,8	9	326	2,5
	Efluente	40	7	15704,2	12000,0	8,8	9	323	2,5
	Efluente	60	8	22083,9	14000,0	9,2	14	334	2,6
Fruto Chão	Afluente	0	1	15624,2	4000,0	6,2	9	294	2,1
	Afluente	20	2	27496,0	20000,0	13,5	10	350	3,4
	Afluente	40	3	21698,7	8000,0	8,5	5	345	2,7
	Afluente	60	4	24958,0	12000,0	12,3	13	351	3,2
	Afluente	80	5	32980,2	22000,0	14,3	8	356	3,8
	Efluente	0	6	15258,9	8000,0	4,4	6	210	1,2
	Efluente	20	7	18861,6	16000,0	10,4	10	341	3,3
	Efluente	40	8	18849,6	6000,0	6,7	8	333	2,5
	Efluente	60	9	22789,0	8000,0	9,9	8	347	2,9
	Efluente	80	10	15939,4	14000,0	12,2	5	357	3,7
Fruto Bóia	Afluente	0	1	12664,9	8000,0	16,2	6	355	2,7
	Afluente	20	2	27207,9	2000,0	18,0	8	361	2,9
	Afluente	40	3	33970,5	38000,0	23,4	11	371	6,1
	Afluente	60	4	12668,9	18000,0	23,4	7	372	6
	Afluente	80	5	33200,2	18000,0	23,9	11	371	6,1
	Afluente	100	6	30230,1	26000,0	23,2	10	371	7
	Efluente	0	7	22989,1	22000,0	6,1	8	351	2,6
	Efluente	20	8	25830,3	6000,0	7,3	8	360	2,8
	Efluente	40	9	31780,8	34000,0	21,8	8	371	6,2
	Efluente	60	10	18837,5	28000,0	18,9	6	368	4,8
	Efluente	80	11	22455,0	22000,0	20,5	9	370	5,8
	Efluente	100	12	30280,0	24000	14,191	12	371	6,1

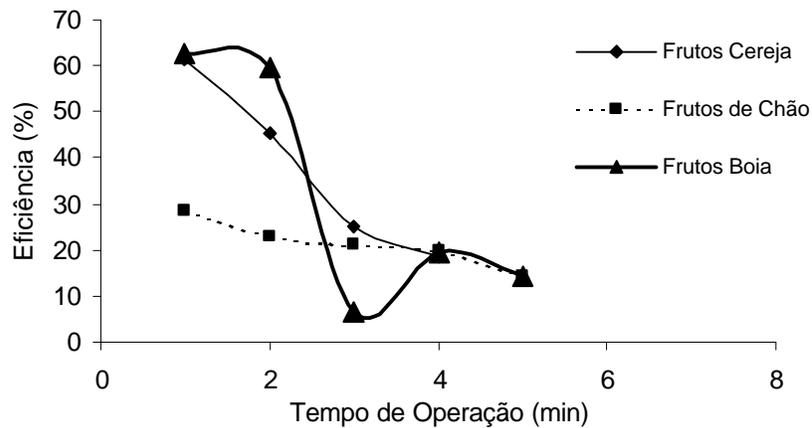


Figura 2 - Eficiência de separação sólido/líquido, expressa em porcentagem (%), de café dos tipos cereja, bóia e de chão.

Os maiores decréscimos na eficiência de remoção de ST da máquina com o tempo, observados no processamento dos frutos dos tipos cereja e bóia, podem estar associados à facilidade com que suas cascas, mais tenras e macias do que a dos frutos de chão, são despedaçadas durante o processo.

Na Figura 3 estão apresentados os valores de DBO, expressos em mg.L^{-1} , o afluente e efluente durante o processamento dos frutos dos tipos cereja, bóia e de chão. Pelos resultados apresentados, pode-se observar uma tendência de acréscimo da DBO afluente do processamento dos três tipos de frutos, em virtude do acúmulo de material orgânico ao longo da operação.

Como houve recirculação total da água no processamento dos frutos bóia e de chão e de grande parte da água do cereja, a DBO afluente aumentou rapidamente, permanecendo, praticamente, estável ao longo da operação da máquina.

Na Figura 3 estão apresentados os valores de DQO, expressos em mg.L^{-1} , durante o processamento dos frutos dos tipos cereja, bóia e de chão. Pelos resultados obtidos, pode-se observar tendência de decréscimo da DQO afluente no processamento de frutos dos tipos cereja, para o que não se encontra explicações. No caso dos frutos bóia e de chão, observou-se tendência de acréscimo da DQO com o tempo de operação da máquina. O aumento da DQO com o tempo de operação da máquina pode ser atribuído de forma idêntica ao que foi comentado para a DBO, ao acúmulo e tracionamento de material sólido na máquina. De forma semelhante, também houve tendência de rápida estabilização dos valores de DQO efluentes na máquina.

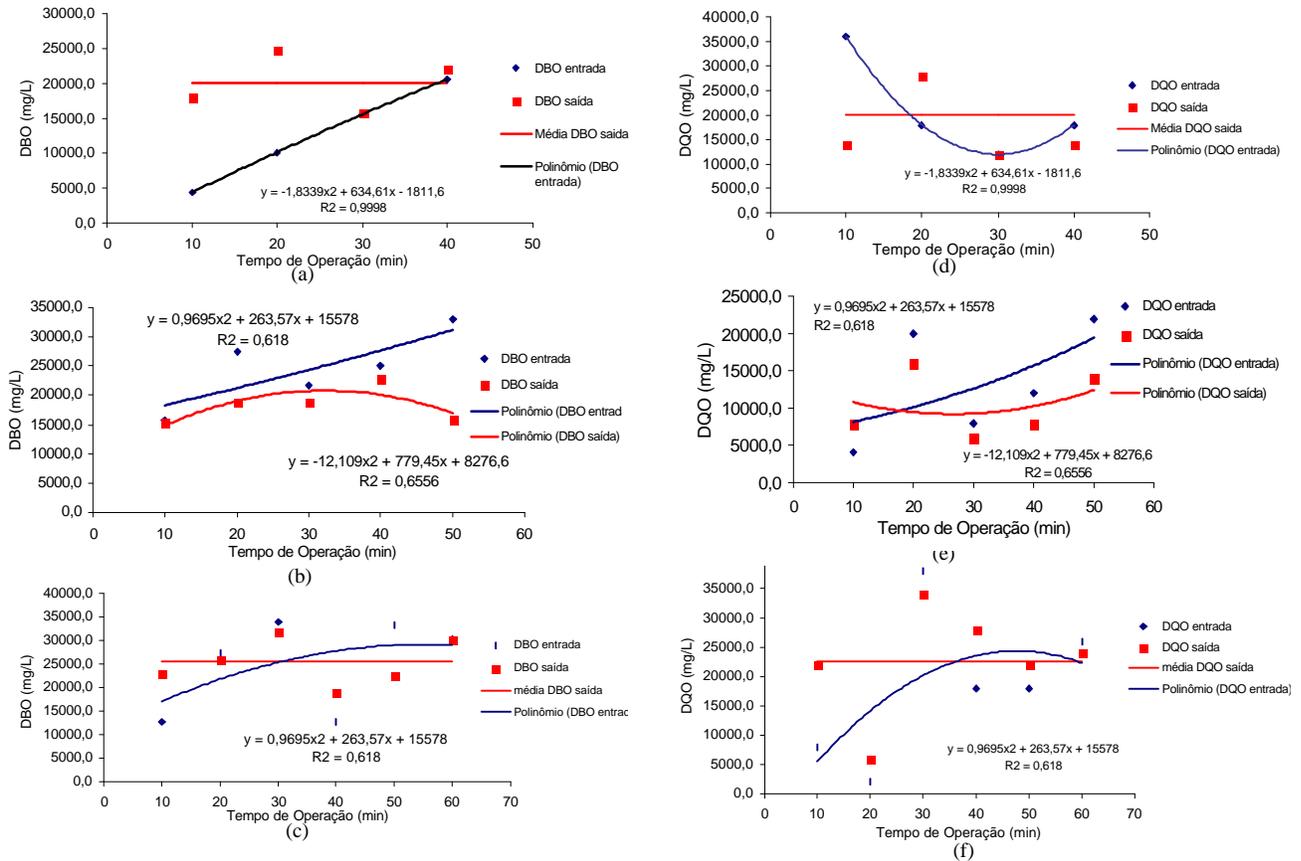


Figura 3 - Variação da concentração de DBO durante o processamento de frutos do cafeeiro dos tipos cereja (a), de chão (b) e búa (c) e de DQO, da mesma forma, para frutos dos tipos cereja (d), chão (e) e búa (f).

As concentrações de Na e K solúveis do afluente e efluente permaneceram, praticamente, as mesmas ao longo do período de operação da máquina; entretanto, no fruto de chão e, principalmente, búa a concentração de P solúvel, tanto no afluente como no efluente, tende a aumentar com o tempo de operação da máquina.

CONCLUSÕES

Nas condições em que os experimentos foram realizados, os resultados permitiram as seguintes conclusões:

- O peneiramento foi eficiente na remoção dos sólidos grosseiros.
- As concentrações de sódio e potássio solúveis permaneceram constantes durante o período de operação da máquina, embora o P solúvel tenha apresentado tendência de aumentar no processamento de frutos de chão e búa.

- Observou-se diminuição na eficiência de separação de sólido/líquido nos três tipos de frutos com o tempo de operação da máquina.
- Com a recirculação do efluente, há tendência de acréscimo na DBO e DQO afluente com o tempo de operação da máquina.
- Com a recirculação do efluente, houve economia de 75% de água na lavagem e no descascamento dos frutos de café.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – **Standard methods for the examination of water and wastewater**. New York: APHA, WWA, WPCR, 19^a. ed., 1995.
- BARTOLO, G.F., MAGALHÃES FILHO, A.A.R., GUIMARÃES, P.T.G., CHALFOUN, S.M. **Cuidados na colheita, no preparo e no armazenamento do café**. *Informe Agropecuário*, 14 (162): 33-44.1989b.
- BELLI FILHO, P., CASTILHOS JUNIOR, A.B. **Dejetos de suínos: aspectos qualitativos, quantitativos e tecnologias para controle da poluição ambiental**. Florianópolis: UFSC, 1990. 19p. (apostila).
- GONÇALVES, R.A.B., MATOS A.T., FIA, R., FUKUNAGA, D.C. Eficiência de remoção de poluentes em diversas etapas do tratamento das águas residuárias da lavagem despolpa dos frutos do cafeeiro. **I Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**. V. 2 Anais... Poços de Caldas, 2000p. 1020-1023.
- GREEN, J.H., KRAMER, A. **Food processing waste managemet**. Westport: Avi Publishing Company, 1985. 98p. (apostila).
- MATOS, A.T., VIDIGAL, .M., SEDIYAMA, M.^a, GARCIA, N.C.P., RIBEIRO, M.F. Compostagem de alguns resíduos orgânicos, utilizando-se águas residuárias da suinocultura como fonte de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 2, p. 199-203, 1998.
- MERKEL, A.J. **Managing livestock wastes**. Westport: Avi Publishing Company, 1981. 419p.
- RUMP, H.H.; KRIST,H. **Laboratory manual for the examination of water, waste water, and soil**. Weinheim: VCH, 1992. 190 p.
- STEEL, E.W., MCGHEE, T.J. **Water suply and sewerage**. 5. Ed. New York: McGraw-Hill Book Company, 1979. 665p.
- VERMANDE, P. **Curso sobre valorização e tratamento de dejetos de suíno e ciclo de conferência em tratamento de resíduos sólidos urbanos e industriais**. Florianópolis: UFSC, 1989.