



Cooperación transfronteriza Uruguai-Brasil: análisis dos estudios sobre impactos ambientales (1990-2012)

Rótulo, Daniel¹
Universidad ORT Uruguay

Migliavacca, Daniela Montanari²
Universidade do Vale dos Sinos (Brasil)

Febrero de 2013

Abstract

Este texto analiza los estudios académicos y del sector público elaborados tanto en Uruguay como en Brasil referentes a los impactos ambientales transfronterizos producidos por la usina termoeléctrica de Candiota en el período 1990-2012. Constituye un avance de un trabajo anterior realizado por los autores con objetivo similar, pero que cubría un período de tiempo menos prolongado (hasta 2002) y en un contexto de cierta tensión bilateral motivada por la existencia de una posible contaminación transfronteriza generada desde Brasil (cf. RÓTULO & MIGLIAVACCA, 2003). Específicamente el texto: a) muestra los distintos resultados obtenidos por los estudios mencionados, discriminados y agrupados por país y por elemento (agua, suelo y aire); b) muestra que dichos estudios sobre contaminación ambiental transfronteriza continuaron produciéndose, con más vigor en Brasil que en Uruguay, a pesar del cambio político sobreviniente desde 2005, en el marco de la puesta en marcha de un ambicioso programa de cooperación bilateral denominado Nueva Agenda de Cooperación e Integración Fronteriza (cf. RÓTULO, D. & DAMIANI, O., 2010); c) por último el análisis muestra que no obstante el hecho de que la contaminación transfronteriza ha prácticamente desaparecido como problema de la agenda pública bilateral, sin embargo, los estudios continuaron, aunque con menor intensidad. Finalmente, resulta altamente positivo poder contar en la actualidad con un amplio conjunto de estudios de impacto ambiental bilateral que permiten tener un conocimiento más detallado del contexto ambiental dado el impulso que ha tomado la elaboración de políticas públicas sectoriales transfronterizas (ambientales, salud, educación, infraestructura, etc.)

PALABRAS CLAVE: cooperación transfronteriza; medio ambiente; políticas públicas

Documento de Investigación, Nro. 88, Febrero de 2013. Universidad ORT Uruguay. Facultad de Administración y Ciencias Sociales. ISSN 1688-6275

¹ Daniel Rótulo é professor e pesquisador da Facultad de Administración y Ciencias Sociales, Universidad ORT Uruguay; posdoutorando em Administração Pública e Governo pela EAESP, Fundação Getúlio Vargas (São Paulo) e doutor pela EBAPE/Fundação Getúlio Vargas (Rio de Janeiro). Este documento faz parte de uma pesquisa mais ampla sobre políticas públicas transfronterizas no caso Uruguai-Brasil que o autor está desenvolvendo. E-mail institucional: rotulo@ort.edu.uy. Pessoal: drotulo@gmail.com

² Daniela Montanari Migliavacca é doutora em Ecologia pela UFRGS/Brasil. Professora da Universidade Feevale da Universidade do Vale dos Sinos (UNISINOS), Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: danielamigliavacca@hotmail.com

RESUMO

Este texto analisa os estudos acadêmicos e no setor público que foram elaborados tanto no Uruguai quanto no Brasil que referem aos impactos ambientais transfronteiriços ocasionados pela usina termelétrica de Candiota no período 1990-2011. Constitui um avanço com relação a um trabalho anterior produzido pelos autores, que referia a um período de tempo menos prolongado (até 2002) e num contexto de tensão bilateral causada pela existência de uma possível poluição ocasionada pelas atividades da usina termoeletrica no Brasil (cf. RÓTULO & MIGLIAVACCA, 2003). O texto trata dos seguintes pontos: a) mostra os distintos resultados conseguidos pelos estudos mencionados, discriminados e ordenados de acordo com o país e com os elementos poluídos (água, solo e ar); b) mostra que estes estudos sobre poluição ambiental transfronteiriça continuaram sendo produzidos, com mais vigor no Brasil do que no Uruguai, no contexto da mudança política que sobreveio no Uruguai em 2005, momento este em que já estava em vigor um programa ambicioso de cooperação bilateral chamado Nova Agenda de Cooperação e Integração Fronteiriça (cf. RÓTULO, D. & DAMIANI, O., 2010); c) por último o texto mostra que apesar da poluição transfronteiriça ter deixado de estar presente como problema da agenda pública bilateral, os estudos continuaram sendo produzidos, mesmo que com uma intensidade menor. Finalmente, é necessário destacar como fenômeno muito positivo o fato de ter na atualidade um amplo conjunto de estudos de impacto ambiental bilateral, o que permite ter um conhecimento bastante detalhado do contexto ambiental, num momento em que as políticas setoriais transfronteiriças tomaram nova força (ambientais, saúde, educação, infraestrutura, etc.).

PALABRAS CHAVE: cooperação transfronteiriça; meio ambiente; políticas públicas

Introdução e objetivos

Nos últimos anos, desde 2005 até os dias de hoje o processo de cooperação transfronteiriça entre Uruguai e Brasil vêm avançando de forma significativa. O processo tomou novos rumos desde os últimos períodos de governo e foi fortemente alavancado pelo impulso político dado pelos governos de Tabaré Vázquez (2005-2010) e José Mujica (2010-2012) no Uruguai e de Lula da Silva (2003-2010) e Dilma Rousseff (2010-2012) no caso do Brasil. Nesse período de mais de 10 anos muitas coisas mudaram no relacionamento bilateral na faixa de fronteira. Num período anterior, a cooperação fronteiriça ficou estagnada e bloqueada por fatores institucionais, vontade política, etc. Já desde inícios de 2003 e com uma maior força desde 2005 foi negociado um processo de cooperação transfronteiriça bilateral que têm sido denominada Nova Agenda de Cooperação e Integração Uruguai Brasil. Este projeto pretende implementar um conjunto de políticas, programas e ações públicas fronteiriças em diversas políticas setoriais: saúde, educação, infraestrutura e também meio ambiente (cf. Rótulo & Damiani, 2010; Rótulo, 2012). Neste contexto esta pesquisa pretende mostrar a evolução dos estudos produzidos tanto no Brasil quanto no Uruguai, num período amplo, para mostrar as mudanças que houve em referência a esses trabalhos (desde 1990 até 2012). A Usina Termoelétrica Presidente Médici (UTPM), conhecida como Candiota, que numa época (1987-2000) foi objeto de uma controvérsia entre ambos os governos do Brasil e do Uruguai pela possível poluição transfronteiriça (chuva ácida) que teria sido lançada sobre a fronteira do Uruguai / Brasil (cf. Rótulo, 2004, 2006; Rótulo & Oliveira, 2008) hoje faz parte da agenda de cooperação bilateral. Um dos pontos que estão em construção vai permitir que seja fornecida energia elétrica de Candiota à São Carlos (Uruguai) como parte de um projeto de cooperação e integração bilateral mais profundo que está sendo implementado por ambos os países.

Dito isto, este trabalho pretende realizar os seguintes objetivos:

- a) Ordenar e sistematizar os estudos sobre impactos ambientais na região de Candiota, na fronteira entre Uruguai e Brasil, tanto acadêmicos quanto os produzidos por órgãos de governos de ambos os Estados.

b) Atualizar e avançar a pesquisa anteriormente realizada pelos autores apresentada em congresso do ENGEMA (FGV-SP/USP) e incluir a produção de trabalhos sobre os impactos ambientais na região de Candiota desde 1990 até 2012.

Nestes últimos anos não só a produção continuou, e também mudaram os resultados de impacto ambiental da região estudada. O estudo se organiza da forma seguinte. Na primeira parte se apresentam os estudos anteriores ao programa de monitoramento ambiental global (I). Na segunda, os estudos produzidos durante o programa de monitoramento global conjunto (1990-1996) (II). Na terceira parte, os produzidos depois da implementação desse programa, já estando em vigor a Nova Agenda de Cooperação e Integração fronteiriça bilateral (1996-2012). Por último se apresentam as conclusões (IV).

I. Análise dos estudos sobre impacto ambiental anteriores ao Programa de Monitoramento Global da Fronteira Brasil Uruguai

No Brasil os estudos sobre os impactos ambientais gerados pelas atividades do processamento de carvão, principalmente os provenientes da UTPM, foram sistematizados pela primeira vez por Sánchez, J.& Formoso, M. (1990). Um segundo esforço de sistematização foi realizado por Rótulo & Migliavacca (2003), incluindo os estudos e análises produzidos até aquele ano. A queima de combustíveis fósseis é reconhecida como principal contribuinte da poluição atmosférica pela emissão de material particulado, elementos traço, óxido de enxofre e óxido de nitrogênio.

A seguir, serão apresentados alguns dos estudos mais relevantes e as suas conclusões, produzidos antes do Programa de Monitoramento Conjunto Brasil Uruguai para a Região de Candiota. Estes estudos se apresentam ordenados segundo os elementos poluídos: águas superficiais e sedimentos, solos e ar.

I.1. Estudos sobre águas superficiais e sedimentos produzidos no Brasil

As atividades de processamento de carvão inseridas na bacia hidrográfica do arroio Candiota, incluindo a mineração, geram efluentes que podem atingir os corpos hídricos, acarretando alterações na qualidade e quantidade das águas naturais (Fepam, 2001).

Alguns dos principais problemas associados com a mineração a céu aberto e a subterrânea incluem erosão, formação de pilhas de rejeitos dispostas inadequadamente, aumento da

carga de sólidos suspensos nos cursos d'água, destruição e degradação de florestas e terras aráveis e a contaminação dos sedimentos fluviais com metais pesados de elevado potencial de toxicidade. A formação de drenagem ácida de mina (DAM), decorrente da mineração ou da exposição natural das rochas ricas em sulfeto, leva a redução do pH nos cursos d'água provocando a lixiviação dos elementos presentes no carvão (Fiedler & Solari, 1988; Martins & Zanella, 1987). Nos estudos realizados por Fiedler & Solari (1988), Martins & Zanella (1987, 1990), CIENTEC/CEEE (1989), Machado (1985), Fiedler *et al.* (1990) em amostras de água bruta, desde a coleta, armazenagem e preparação das alíquotas seguiu em sua maioria a metodologia-padrão utilizada pela CETESB (1978) e pela American Public Health Association (APHA) (1981). As medidas de pH foram efetuadas *in loco* e os metais foram determinados por Espectrometria de Absorção Atômica. Para determinação de elementos traço nos sedimentos e solos, Morch (1991) utilizou como extrator o HNO₃ 0,5N juntamente com H₂O₂ 30% a 80°C, sugerindo este como o mais adequado para análises em Espectrometria de Absorção Atômica, enquanto que Fiedler & Solari (1988) utilizaram extração com HNO₃ 0,1N. Os pontos escolhidos por Fiedler & Solari (1988) nos arroios Poacá e Carvoeira devem-se à influência direta da mineração de carvão. Já o estudo realizado por CIENTEC/CEEE (1989) não se reporta à metodologia utilizada, citando apenas que foram realizadas análises químicas e extrações nos solos, a fim de detectar o nível de contaminação. Os estudos referentes aos cursos d'água da região de Candiota (Fiedler & Solari, 1988; Martins & Zanella, 1987, 1990; CIENTEC/CEEE, 1989; Machado, 1985; Fiedler *et al.*, 1990) foram concentrados na sub-bacia do arroio Poacá, afluente do arroio Candiota, que sofre influência direta da mineração. Os resultados destes estudos revelaram o comprometimento da qualidade dos arroios de pequeno porte, como o arroio Poacá, que drenam efluentes da mineração, evidenciando pH ácido e concentrações elevadas de Fe (27,3mg/L) e SO₄²⁻ (655mg/L) nos locais estudados. No arroio Candiota, foram observadas pequenas variações, provavelmente em resposta à diluição e/ou sedimentação das cargas poluentes. Outros estudos (Morch, 1991; Fiedler & Solari, 1988; CIENTEC/CEEE, 1989) sobre análises de solos e sedimentos na região de Candiota foram realizados para a avaliação dos níveis de concentração de metais e pH. Estes resultados são bastante heterogêneos, devido a diferenças nas metodologias utilizadas (Jablonski *et al.*, 1992).

I.2. Estudos sobre qualidade do ar (Brasil)

Na época anterior à implementação do Programa de Monitoramento Conjunto Brasil Uruguai sobre a região de Candiota não se dispunha de dados sobre qualidade do ar naquela região particular. Estes estudos são relevantes já que as emissões dos processos de queima de carvão, na geração de energia elétrica, são as principais fontes de emissão de material particulado, SO₂ e NO_x. As concentrações destes poluentes vão depender das características do carvão (teor de cinzas e enxofre) e do processo de combustão. O SO₂ e NO_x e os aerossóis de sulfato no material particulado também contribuem na formação da chuva ácida, pois a precipitação de compostos ácidos que se dissolvem nas nuvens e nas gotas de chuva provocam a formação de uma solução com pH inferior a 5,6. A queima de combustíveis fósseis para a geração de energia explica as emissões de certos elementos metálicos (95% V, 80% Ni, 60% Hg, Se, Ti e de quantidades significativas de Sb, As, e Cu), que se concentram preferencialmente sobre a superfície das partículas mais finas, devido ao mecanismo de volatilização-condensação (Davison *et al.*, 1974). A Legislação Brasileira - Resolução CONAMA n° 003/90 (CONAMA, 1992) estabeleceu padrões de qualidade do ar para períodos de 24 horas de amostragem e médias acumuladas durante um ano, para alguns poluentes, entre eles Partículas Totais em Suspensão (PTS), Partículas Inaláveis menores de 10 µm (PI₁₀) e SO₂.

I. 3. Estudos sobre impacto ambiental produzidos no Uruguai com antecedência ao Programa de Monitoramento Conjunto

A Usina Termelétrica Presidente Médici (UTPM) está localizada a 40 quilômetros da fronteira entre o Uruguai e o Brasil. Em particular, a população residente próxima à fronteira encontra-se em situação de risco de impacto ambiental (Fiorino, 1989). Este fato motivou a mobilização de atores locais, principalmente, na cidade de Melo (Cerro Largo), muito próxima da fronteira, e alguns trabalhos foram realizados por três tipos de *stakeholders* diferentes: o governo, a ONG Pró Condições de Vida de Cerro Largo e instituições acadêmicas. As autoridades do governo uruguaio observaram o problema do risco de poluição transfronteiriça nos anos 80. A partir de 1988, as autoridades públicas ambientais e a Chancelaria implementaram ações para identificar os impactos e reduzir a

incerteza sobre o tema. Com esse objetivo foram realizados estudos de impactos sobre os solos e a provável ocorrência de acidez das chuvas na região próxima de Candiota.

a) Estudos de impacto ambiental sobre solos

A Direção de Solos do Ministério de Agricultura, Pecuária e Pesca do Uruguai avaliou a composição química dos solos da região, análises de pH, cátions e sulfato foram realizadas na água (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca de Uruguay, 1989). O estudo mostrou que não existiam mudanças significativas no pH (Tabela 1). Comparando os valores até 1985 e os de 1989, não foram identificadas mudanças na composição dos cátions e também não foi constatada a presença de sulfatos.

**Tabela 1: Valores de pH Comparados 1985 e 1989)
no Departamento de Cerro Largo)**

Pontos de coleta	1985		1989	
	pH (solo)	pH (água)	pH (solo)	pH (água)
Noblia 1	5,5	4,4	5,6	4,6
Noblia 2	5,4	3,9	5,4	4,2
Centurión	5,3	4,3	5,2	4,2
Rio Branco	5,1	3,9	5,0	4,0
Melo	5,4	4,5	5,6	4,6

Fonte: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca de Uruguay (1989:3)

As análises no solo não revelaram a existência de pH ácido, mas estes resultados eram previsíveis. Para constatar mudanças químicas nos solos, necessita-se de um alto teor de concentração de ácido na chuva ou de um período muito longo de exposição (neste estudo, o período se estendeu, somente, de 1985 a 1989).

b) Estudos sobre qualidade do ar

A realização de estudos de qualidade do ar no Uruguai foi extremamente limitada. Um estudo foi realizado pela Direção Nacional de Meteorologia do Ministério de Defesa Nacional (1989), a pedido da Chancelaria e do Instituto Nacional de Preservação do Meio

Ambiente (INPMA), este compreendeu a necessidade de identificar o grau de acidez das chuvas (Dirección Nacional de Meteorología de Uruguay, 1989).

Depois deste estudo, foi assinada a Ata de Jaguarão, no dia 30 de agosto de 1990. O documento previa a realização de um monitoramento conjunto bilateral, a ser implementado pelas autoridades ambientais dos dois Estados. O estudo feito pela Direção Nacional de Meteorologia foi realizado nas estações de monitoramento de Trinidad, Prado, Melo, Mercedes e Artigas, entre 1988 e 1990. O resultado deste estudo, que não comprovou a existência de acidez na chuva, é apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Valores de pH na água de chuva no Uruguai - Estudo Técnico da Direção de Meteorologia realizado em 1988-1990

Estação	Início Período	Final Período	pH Máximo	pH Mínimo	pH Médio
Trinidad	1/05/1988	13/02/1990	7,5	4,5	5,5
Prado	11/09/1989	10/02/1990	7	3	5
Melo	14/09/1989	16/02/1990	7	4	5
Mercedes	2/12/1989	11/02/1990	6	5	6
Artigas	17/01/1990	11/02/1990	5	4	5

Fonte: Dirección Nacional de Meteorologia de Uruguay (1989: 4).

Os materiais e métodos utilizados nas estações de monitoramento foram os seguintes: pluviômetro automático em Trinidad, com coleta semanal; em Melo e Prado com coleta diária. As estações fazem parte da Rede Meteorológica Nacional. Os resultados obtidos para as amostras de chuva foram considerados como normais, quando comparados a outras regiões do Uruguai (Dirección Nacional de Meteorologia de Uruguay, 1989: 1). Outros estudos de qualidade do ar foram realizados pela ONG Grupo Cerro Largo Pró Condições de Vida. A relevância destes estudos se fundamenta no fato desta ONG, localizada na cidade de Melo, ter tido um papel importante do ponto de vista político como *stakeholder*, interessado na negociação internacional entre Uruguai e Brasil. Os seus trabalhos tiveram uma ampla difusão na imprensa local e nacional do Uruguai (Santandreu, A.& Gudynas, A, 1998; Rótulo, 2002a). Estes deram legitimidade técnica às demandas da sociedade civil. Foi esta ONG que realizou o único estudo que mostrou, até hoje, a existência de acidez na

água de chuva no Uruguai (Rótulo, 2002a). A partir de 1991 a ONG passou a ser membro do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), dependente do Ministério de Urbanismo, Ordem Territorial e Meio Ambiente, criado em 1990 (Grupo Cerro Largo Pro Condiciones de Vida, 1992). Esta ONG realizou dois tipos de estudos: um de avaliação do pH na água de chuva e outro para avaliar a presença de sulfato (SO_4^{2-}) no mesmo tipo de amostra.

A avaliação da acidez da chuva foi realizada entre abril e setembro de 1991. As amostras foram coletadas em diferentes locais do departamento de Cerro Largo: Aceguá (fronteira), Noblía, Melo, Bañado de Medina, Fraile Muerto, Cerro de las Cuentas e Río Branco (Grupo Cerro Largo Pro Condiciones de Vida, 1992). Os resultados do primeiro ano de monitoramento evidenciaram valores médio de pH de 4,45, caracterizando precipitações ácidas na região, os valores mais ácidos foram de 3,2 e 3,1 ocorridos em Noblía. No segundo ano de coleta os valores de pH também identificaram valores de 3,15 e 3,25, em Melo. Os valores médios, mínimos e máximos em Noblía, Melo, Fraile Muerto e Arbolito, localidades do Departamento de Cerro Largo, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Valores de pH nas chuvas analisadas pela ONG Cerro Largo Pró Condições de Vida

	Noblía	Melo	Fraile Muerto	Arbolito
Valor Mínimo	4,48	3,15	3,25	4,22
Média	5,67	5,22	5,09	5,02
Valor Máximo	6,67	6,89	6,07	6,76

Fonte: Grupo Cerro Largo Pro Condiciones de Vida (1992:3)

Os dados foram coletados com auxílio da população local, principalmente professores e alunos das escolas, que utilizaram como recipiente de coleta para as amostras de água de chuva baldes de plástico. A análise de pH foi realizada com um equipamento específico (phmetro) no primeiro ano, e através de análise de colorimetria no segundo ano. As amostras eram analisadas na Faculdade de Química da Universidade da República de Uruguai (Grupo Cerro Largo Pro Condiciones de Vida, 1992). A metodologia empregada

foi criticada por diversos setores técnicos, tanto do Uruguai quanto do Brasil, devido à sua imprecisão e à possível contaminação das amostras (Rótulo, 2002). A avaliação dos níveis de sulfato realizados pela ONG em Melo foi executada entre 1º de abril de 1991 e 31 de julho de 1991 e entre 7 de outubro de 1991 e 30 de novembro de 1991. Os valores encontrados foram os seguintes: mínimo de 0,2 mg/m³ (no mês de julho e outubro), máximo de 121 mg/m³ (20/11/1991) e média de 17,17 mg/m³. O total acumulado para o período foi de 2,972 mg/m³/dia. Este programa de estudo contou com o apoio de técnicos da área de Saúde Ambiental do Ministério de Saúde Pública do Uruguai. O sistema de coleta das amostras foi realizado através de método contínuo (Grupo Cerro Largo Pro Condiciones de Vida, 1992). Tor et alii (1992) realizaram também uma avaliação da qualidade ambiental e dos impactos ambientais produzidos por Candiota no Uruguai, porém não mostrou uma metodologia específica nem resultados concretos que permitissem avaliar os resultados.

II. Estudos de impacto ambiental realizados durante a implementação do Programa de Monitoramento Global conjunto Brasil–Uruguai na região de Candiota (1990-1996)

O monitoramento ambiental realizado em cooperação pelos dois países ocorreu entre 1990 a 1996 e teve início com a assinatura da Ata de Jaguarão. O seu objetivo era avaliar a ocorrência de poluição ambiental transfronteiriça na região, oriunda, possivelmente, da UTPM. Muitos trabalhos foram executados com este objetivo, mas os mais significativos foram o monitoramento da qualidade do ar realizado pelos dois países, e um estudo das águas superficiais realizado somente pelo Uruguai. Os resultados do monitoramento conjunto e os realizados em cada país foram sendo implementados e avaliados através da realização de reuniões técnicas bilaterais. Apresentamos, a seguir, as mais relevantes. A reunião técnica realizada em Porto Alegre nos dias 18 a 21 de setembro de 1992 destinou-se a coordenar a implementação do monitoramento de águas (Ministerio de Relaciones Exteriores de Uruguay, 1992c). Nesta reunião, a diretora da DINAMA do Uruguai, Marta Clara Villalba declarou que “Uruguai não está contra Candiota, mas quer um entendimento científico para sanear a situação” (*Zero Hora*, 21/09/1992:15). Nesta reunião, foram tomadas medidas para estruturar uma rede binacional de monitoramento da qualidade do

ar. Decidiu-se utilizar o radar da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), tal como previsto na Ata de Jaguarão, medir a direção dos ventos da região, e realizar uma análise de solos pela UFRGS. Ambos os países concordaram que a coleta de dados sobre os estudos de águas superficiais a ser implementada seria realizada de 60 a 100 quilômetros de distância de Candiota. Foram tomadas providências para que os técnicos brasileiros e uruguaios pudessem circular nos dois países. Participaram do encontro representantes dos ministérios das Relações Exteriores do Brasil e do Uruguai, da Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República, da CEEE e do Ibama (*Zero Hora*, 21/09/1992; 22/09/1992; 25/09/1992). Na reunião técnica realizada em Montevidéu, em dezembro de 1992, foram trocadas informações sobre os resultados dos estudos de água de chuva nos dois países (*Zero Hora*, 17/12/1992; FEPAM, 1995). A reunião de setembro de 1994 revelou os resultados do monitoramento de qualidade do ar. Nesse encontro, os representantes dos dois países declararam ter chegado à conclusão da inexistência de chuva ácida na região (MVOTMA, 1994).

II. 1. Estudos sobre direção dos ventos

As autoridades governamentais ambientais no Brasil realizaram um estudo de direção de ventos realizado através de um convênio entre a FEPAM e a UFPEL, tendo sido utilizado o radar meteorológico daquela universidade. A coleta de dados foi realizada de julho a dezembro de 1992 com base numa estação meteorológica localizada em Bagé. As conclusões do estudo foram que o período de dados observado foi muito curto, o que não permitia conclusões definitivas para o estabelecimento de uma climatologia sobre a direção dos ventos na região. De qualquer maneira, obteve-se uma tendência do deslocamento dos ventos. Os núcleos de precipitação não se deslocam, na sua absoluta maioria, do território brasileiro para o território uruguaio, sendo a direção preferencial a do nordeste-sudeste. Neste sentido se existisse chuva ácida, esta não iria preferencialmente para Uruguai (FEPAM, 1995; FEPAM-Universidade Federal de Pelotas-UFPEL, 1992; *Zero Hora*, 17/12/1992).

II. 2. Estudos sobre qualidade do ar

Os monitoramentos conjuntos de qualidade do ar no Uruguai e no Brasil não apresentaram resultados que comprovassem a existência de chuva ácida. Todavia, agregaram um importante valor já que foram os primeiros estudos oficiais sobre qualidade do ar implementados nos dois países. No Uruguai, o monitoramento da qualidade do ar foi realizado em duas estações de coleta, Melo e Buena Vista. Foram analisados os parâmetros de SO₂ e material particulado (MP), no período de julho e agosto de 1994. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Resultados de SO₂ e MP, em µg/m³, realizados em Melo e Buena Vista, em julho e agosto de 1994.

Estação	Melo		Buena Vista	
	SO ₂	MP	SO ₂	MP
21-22 julho	0		0	
27-28 julho				
2-3 agosto	0	82	alcalino	4
8-9 agosto	2	114	Alcalino	
14-15 agosto	0	57	0	10
20-21 agosto	alcalino	101	4	42
26-27 agosto		113	0	47

Fonte: MVOTMA, 1994:8

As amostras foram coletadas utilizando aparelho de pequenos volumes, o TRI-GÁS, emprestado pelo governo brasileiro. Foram observadas concentrações significativas de material particulado, principalmente em Melo, e concentrações muito baixas para SO₂. Estudos mais detalhados, principalmente para material particulado, deveriam ter sido realizados a fim de avaliar a origem de tais concentrações. No mesmo período foi realizado um monitoramento semelhante pelo Brasil em Aceguá e Colônia Nova. Os resultados detectaram baixos níveis de MP e SO₂, não sendo ultrapassados os padrões de qualidade ambiental previstos pela legislação brasileira na Resolução CONAMA n° 003/90 (CONAMA, 1992) que estabeleceu padrões de qualidade do ar para períodos de 24 horas de amostragem e médias acumuladas durante um ano, para alguns poluentes, entre eles PTS, PI₁₀ e SO₂.

II. 3. Estudos de águas superficiais, solos e sedimentos

Os estudos sobre solos e águas superficiais realizados no Brasil naquele momento revelaram a contaminação dos arroios Poacá e Candiota. Em 1992, a Fepam promoveu um estudo que mostrou a significativa degradação da qualidade dos corpos hídricos relacionada com os indicadores de acidificação (pH, condutividade e sulfatos) devido à mineração e não à precipitação atmosférica, como era esperado. Estes estudos coincidiam com os resultados dos estudos anteriores ao Programa do Monitoramento Conjunto. O monitoramento da qualidade de águas superficiais foi realizado em cinco campanhas, sendo o pH o único parâmetro analisado. Foram avaliados quatro pontos de coleta no Uruguai: Vergara, Rio Branco, J.P Varela e Noblía, nos anos de 1991, 1992 e 1994. Os resultados das análises de pH nas águas superficiais dos locais monitorados revelaram um caráter neutro. A avaliação destes resultados, por técnicos uruguaios, não indicou a existência de chuva ácida na região estudada (MVOTMA, 1994). Os resultados finais dos monitoramentos conjuntos foram os seguintes: aumento da massa crítica de conhecimento do meio ambiente na região de Candiota a nível dos governos; início da formação de uma base de dados ambientais da região dos dois países; inexistência de poluição ácida transfronteiriça. Os resultados não foram conclusivos.

O monitoramento conjunto não teve continuidade devido à: dificuldade de formação de consensos entre os técnicos de ambos os países sobre a forma e a metodologia a ser usada para continuar os trabalhos (parâmetros a serem avaliados, amplitude do monitoramento, forma de avaliação dos resultados de forma conjunta) (Atas de Reunião Técnicas, 1995, 1996, 1997; MVOTMA, 2000a); falta de disponibilidade de recursos financeiros; falta de decisão política. A análise da poluição da região de Candiota apresenta um desafio para pesquisas futuras, dado que se trata de uma área muito rica do ponto de vista econômico, e extremamente complexa para ser monitorada, já que une interesses do Brasil e do Uruguai numa região de fronteira.

III. Estudos de impacto ambiental produzidos com posterioridade ao Programa de Monitoramento Conjunto (1996-2012)

Com posterioridade à implementação do Programa de monitoramento ambiental conjunto diversos estudos dos impactos ambientais foram produzidos tanto no Brasil quanto no Uruguai. O período analisado a seguir inclui a implementação da Nova Agenda de Cooperação e integração fronteiriça Brasil Uruguai, que começou em 2003. A seguir se apresentam os principais trabalhos, realizados pelos governos e por acadêmicos nos dois Estados.

III. 1. Monitoramento da qualidade do ar realizado no Uruguai

A partir das dificuldades de continuar os monitoramentos conjuntos no Uruguai foi implementado um monitoramento próprio produzido através de uma colaboração interinstitucional, envolvendo o Ministério da Habitação, Ordenamento Tereritorial e Meio Ambiente e o LATU. A rede de monitoramento de qualidade do ar no Uruguai foi estabelecida em 1997 e começou a funcionar em 1999. Os dados foram coletados em três estações automáticas localizadas em Aceguá, Melo e Treinta y Tres, perto da fronteira com Brasil. Os parâmetros analisados foram meteorológicos, SO₂, e material particulado (PM₁₀) coletados nas três estações. O monitoramento foi realizado durante os anos 1999 e 2000 chegando a uma série de conclusões relevantes, são elas:

- a) A qualidade do ar na região Nordeste do Uruguai é boa, sendo que as concentrações de SO₂ e PM₁₀ estavam abaixo dos padrões aceitáveis utilizando qualquer padrão internacional, tanto a nível diário quanto anual nas três estações. Não há diferenças significativas nas concentrações de SO₂ entre as três estações, incluindo a de Aceguá que é a mais próxima da UTPM (MVOTMA, 2000b; Zunckel et alii, 2003).
- b) Não há possibilidade de concluir com os dados disponíveis que a UTPM contribua significativamente à qualidade do ar da região nordeste do Uruguai.
- c) As concentrações anuais e mensais de material particulado - PM₁₀ - são muito baixas nas três estações. As concentrações mensais variaram entre um mínimo de 5 µg m⁻³ em Treinta y Tres e um máximo de 23 µg m⁻³ em Melo. A concentração máxima de PM₁₀ por hora foi

de $173 \mu\text{g m}^{-3}$ em Aceguá. A média de concentrações por hora mais alta foi de $50 \mu\text{g m}^{-3}$, também em Aceguá. Mesmo assim essa média está abaixo da média da Environmental Protection Agency (EPA) dos Estados Unidos - $150 \mu\text{g m}^{-3}$. Desta forma, a qualidade do ar indica uma menor presença de material particulado na região nordeste do Uruguai. As fontes de material particulado podem vir de atividades agrícolas, da brisa marinha originada dos ventos que vêm do Oceano Atlântico, poeira de ressuspensão do solo, principalmente de ruas/vias não pavimentadas, emissões veiculares, emissões industriais, queima de biomassa produzidas na queima de árvores (MVOTMA, 2000b; Zunckel et alii, 2003).

d) As médias anuais de deposição de SO_2 foram de 12.9 g ha^{-1} em Aceguá, 11.1 g ha^{-1} em Melo e 4.3 g ha^{-1} em Treinta y Tres. A média de deposição seca de SO_2 é das mais baixas do mundo.

e) O pH da chuva da região pode ser descrita como natural, apesar de em alguns casos ter sido relativamente baixo (4, 8). O pH médio nas três estações foi de 5, 6. Este pH é mais alto que em outros locais com as mesmas condições (Zunckel et alii, 2003).

Foi demonstrado que quatro tipos de fontes influenciam a composição química da água de chuva na região nordeste do Uruguai: fontes do solo (pó, rochas etc.); fontes agrícolas, que contribuem tanto para a acidificação local quanto para a sub-regional; fontes meteorológicas (ventos que vêm do Atlântico Sul, que exercem uma influência local e regional); e a queima da biomassa, que contribui tanto ao nível local quanto ao nível sub-regional, produzida pela queima de árvores e agroindústrias. As fontes meteorológicas (marinhas) – são as que mais influenciam a acidez da chuva em Treinta y Tres. As fontes da terra (solos) são a principal causa da acidez em Aceguá e os fertilizantes são os mais importantes em Melo. Nos meses do inverno, os ácidos orgânicos predominam nas amostras de chuva por causa do uso da biomassa como combustível. A concentração do íon amônio (NH_4^+) mais alta ocorre no mês de agosto, por causa da fertilização das colheitas de inverno. Durante a primavera, a fertilização do arroz e do milho favorecem a acidez produzida pelo sulfato (Zunckel et alii, 2003).

f) O período de tempo monitorado não permitiu que se chegasse a conclusões definitivas. Estas só poderiam ser produzidas baseadas num período de monitoramento mais

prolongado (MVOTMA, 2000b). De qualquer modo, este monitoramento foi o de maior alcance e que usou mais parâmetros para medir a existência de chuva ácida no Uruguai.

III. 2. Estudos de impacto ambiental realizados no Brasil (1996-2012)

Depois que foram produzidos os estudos previstos na Ata de Jaguarão, foram desenvolvidos outros estudos por diversas instituições brasileiras, tanto públicas quanto acadêmicas, desde 1996 até 2012. Os resultados destes estudos são apresentados a seguir.

a) Estudos sobre águas superficiais, solos e sedimentos

O resultado do estudo realizado por Streck (2001) também evidenciou que a maior contaminação localiza-se no arroio Poacá, sob influência direta da mineração de carvão, com baixos valores de pH e altas concentrações de sulfato (SO_4^{2-}), acarretando a mobilização de certos elementos metálicos (Zn, Co, Ni, Mn, Fe, Cu, Cr, e Al), associados aos sulfetos presentes nos rejeitos de carvão. As concentrações máximas de Ni, Fe, Mn e Al, no ponto denominado PO02, localizado no arroio Poacá, ultrapassaram os valores estabelecidos pela legislação brasileira (Resolução n° 003/90 do CONAMA). O arroio Candiota também revelou significativas quantidades de metais dissolvidos (Ca, Na, K e Mg), relacionados às concentrações de sólidos totais dissolvidos (STD), a partir de descarga dos efluentes de cinzas da UTPM. Outro estudo realizado pela FEPAM (1992) também foi coincidente em mostrar a significativa degradação da qualidade dos corpos hídricos relacionada com os indicadores de acidificação (pH, condutividade e sulfatos), devido à mineração e não à precipitação atmosférica, como era esperado. Streck et alli (1999) fizeram uma sistematização dos resultados dos estudos anteriores (Morch, 1991; Fiedler & Solari, 1988; CIENTEC/CEEE, 1989) sobre análises de solos e sedimentos na região de Candiota que foram realizados para a avaliação dos níveis de concentração de metais e pH. Estes dados são consolidados na Tabela 5.

Tabela 5: Valores de pH e Concentração de Elementos Traço (em ppm) nos Solos e nos Sedimentos da Região de Candiota

Estudos	SOLOS			SEDIMENTOS			
	(1)	(2)		(2)		(3)	
	Média	Média	Ponto controle	Média	Ponto controle	Arroio Poacá	Arroio Carvoeira
pH	5,2 - 5,8	-	-	3,9 - 7,1	-	3,6	3,1
Fe	26,5	-	-	-	-	172	252
Mn	0,78	-	-	-	-	3,8	10,1
Al	40,0	-	-	-	-	142	926
Co	0,45	-	-	-	-	0,23	1,23
Cr	0,06	-	-	-	-	0,07	0,14
Ni	0,15	-	-	-	-	0,47	3,04
As	0,66	-	-	-	-	-	-
PB	0,47	13,8	11,6	13,3	12,44	0,24	5,39
Zn	1,2	39,0	54,6	43,7	23,41	0,50	3,39
Cd	0,007	0,02	0,02	0,02	<0,02	-	-
Cu	0,76	12,3	11,8	13,4	6,29	0,70	2,49
Hg	0,006	0,16	<0,05	0,12	<0,05	<0,004	0,0029
Mo	0,12	0,03	0,01	0,02	<0,01	-	-

(1) CIENTEC/CEEE, 1989; (2) Morch, 1991; (3) Fiedler & Solari, 1988

Fonte: Streck *et al.*, 1999: 8

Os resultados dos estudos produzidos no Brasil sobre águas superficiais, solos e sedimentos da região de Candiota são os seguintes:

- Estes estudos foram realizados utilizando uma diversidade de metodologias (granulometria, amostragem, uso de extratores), o que torna a comparação mais complexa (Jablonski *et al.*, 1992).
- No entanto, pode se concluir que existe um consenso nos resultados sobre a existência de um processo de contaminação e degradação ambiental dos arroios Poacá e Candiota, diretamente relacionado à mineração de carvão.
- Para que efetivamente seja avaliada a contaminação das matrizes ambientais nesta área de estudo, faz-se necessário realizar uma padronização das metodologias empregadas e promover um estudo mais detalhado para poder formar uma base mais coerente de dados (Rótulo & Migliavacca, 2003).

b) Estudos sobre qualidade do ar

Outros estudos realizados pela Fepam (Tabela 6) identificaram a média geométrica anual (MGA) de PTS (Partículas Totais em Suspensão) e a média aritmética anual (MAA) de SO₂, para 1994 a 1999. Os resultados obtidos são comparados aos padrões primário e secundário (CONAMA, 1992).

Tabela 6: concentrações Médias Anuais de PTS e SO₂ nas Estações Monitoradas pela FEPAM

	Ano	Quarentenário	Colônia Nova	Padrão Primário	Padrão Secundário
Partículas Totais em Suspensão PTS (µg m⁻³)	1994	17	24	80	60
	1995	20	20		
	1996	13	21		
	1997	14	25		
	1998	10	19		
	1999	15	22		
Dióxido de Enxofre SO₂ (µg m⁻³)	1994	-	-	80	40
	1995	3	4		
	1996	6	8		
	1997	20	7		
	1998	11	30		
	1999	8	12		

Fonte: www.fepam.rs.gov.br

As concentrações de PTS neste estudo demonstraram uma tendência de aumento das concentrações no período de outono/inverno, para 24 horas de amostragem, no monitoramento realizado pela FEPAM em 1998. Isso pode estar relacionado com as condições menos favoráveis da dispersão dos poluentes, como por exemplo, inversões térmicas mais frequentes neste período do ano na região de estudo. As concentrações mais elevadas de SO₂ não ultrapassaram os padrões de qualidade do ar para período de 24 horas. As concentrações mais elevadas, em torno de 50µg m⁻³, foram verificadas no mesmo período outono-inverno.

O estudo realizado por Braga (2002) revelou que em nenhum momento as concentrações de material particulado (PI₁₀) ultrapassaram os padrões de qualidade do ar, diário (150 µg m⁻³) e anual (50 µg m⁻³), estabelecidos pela legislação nacional (CONAMA, 1992) na região. Conclusões similares foram avaliadas pelo estudo de Dallarosa *et al.*(2003).

Teixeira et alii. (2009) avaliou os elementos metálicos no material particulado (PM10 e PI 2,5) através da técnica de PIXE (particle-induced X-ray emission), entre janeiro de 2003 a setembro de 2004. A amostragem foi realizada com amostrador fino e grosso (AFG) onde é possível separar as fração grossa (10 a 2,5 μm) e fino ($< 2,5 \mu\text{m}$). Os locais de amostragem foram: Aceguá, 8 de Agosto, Três Lagoas. Os resultados encontrados indicam a presença de K, Ca Si Ti, Fe, Mn que mostraram uma variação sazonal semelhante nas duas frações finas e grossas possivelmente da mesma fonte (poeira do solo, cinzas).

Para avaliar a acidez na chuva foram realizados vários estudos: i) JICA (1997) constatou valores médios de pH de 5,75 para amostras de precipitação úmida e 5,63 para precipitação seca, não observando o comprometimento da qualidade do ar. O método de amostragem empregado, com frequência de 15 dias, poderia ter propiciado uma degradação das amostras durante o período de acumulação (Teixeira *et al.*, 2002); ii) Estudos realizados por Migliavacca (2001), Migliavacca *et alii.* (2004) e Migliavacca *et alii.* (2005) revelaram a existência de precipitação atmosférica na região, atestando que aproximadamente 70% das amostras analisadas apresentaram os valores de pH menores que 5,65, o que comprova a ocorrência de precipitação ácida na região, sendo esta de origem antropogênica ou natural. A contribuição dos ácidos sulfúrico e nítrico foi a mais significativa na região, já que cada um destes ácidos alcançou valores em torno de 60% e 20%, respectivamente.

Em 2011, estudo realizado por Wiegand *et alii.* (2011) aplicou um modelo numérico (BV2 (Below-Cloud Beheng Version 2) para simular a quantidade de SO_2 e SO_4^{2-} que podem ser removida através dos processos de remoção úmida que ocorrem dentro (*rainout*) e abaixo da nuvem (*washout*). O modelo BRAMS (Brazilian Regional Atmospheric Modeling System) foi aplicado para simular a estrutura vertical das nuvens. Foram avaliados 5 eventos de chuva em 2004 que ocorrem na estação do Aeroporto de Candiota. Os resultados mostraram que o processo de limpeza (scavenging) foram mais significativos abaixo da nuvem, com uma contribuição de 90-100% para a remoção de SO_2 e SO_4^{2-} .

Analisando os resultados dos estudos mais recentes realizados no Brasil sobre qualidade de ar pode se concluir que existe um consenso sobre o fato de que as análises de PTS (Partículas Totais em Suspensão) e SO_2 mostraram que a qualidade do ar na região atende a Resolução n° 003/90 do CONAMA, tanto para curtos e longos períodos. Além disso, fica claro a necessidade de se promover um estudo mais detalhado, enfocando outros

parâmetros, tais como a caracterização química de PTS, e que também estabeleça uma associação com os dados meteorológicos, visando com isso avaliar de forma mais detalhada a origem da contaminação atmosférica da região (Migliavacca *et alii.*, 2004).

IV. Considerações finais

Concluindo, é conveniente ressaltar algumas características dos estudos produzidos no Uruguai sobre chuva ácida. Primeiro, os estudos e monitoramentos produzidos no Uruguai foram poucos: dois oficiais e um produzido pela ONG Grupo Cerro Largo Pro Condições de Vida. Segundo, há uma predominância quantitativa e qualitativa dos monitoramentos produzidos no âmbito do Estado, se comparado com os monitoramentos produzidos pelas ONGs e pelo meio acadêmico. Essa baixa produção pode ser explicada pelo alto custo dos monitoramentos; pela falta de tecnologia adequada; pelo reduzido interesse que ainda se observa na academia pelos assuntos ambientais (Rótulo & Migliavacca: 2003). Terceiro, os monitoramentos sobre a qualidade do ar produzidos no país chegaram a resultados diferentes, embora tenha de ser levado em conta o fato de terem sido produzidos em momentos cronológicos diferentes. Em quarto lugar, pode se concluir que existe uma divergência substancial está entre o monitoramento produzido pela ONG que confirmou a existência de chuva ácida em 1991 (Grupo Cerro Largo Pro Condiciones de Vida, 1991a) e os dois monitoramentos oficiais produzidos no âmbito do Ministério da Habitação, Ordenamento Territorial e Meio Ambiente: o primeiro, em 1994, e o último em 2000 parceria com o LATU (MVOTMA, 2000b). Ambos chegaram à conclusão da inexistência de chuva ácida na região. Em quinto lugar, do ponto de vista dos resultados têm existido questionamentos recíprocos entre os técnicos do Ministério da Habitação, Ordenamento Territorial e Meio Ambiente e os dirigentes da ONG.

Em sexto lugar, a difusão dos resultados dos monitoramentos oficiais foi muito baixa ao nível oficial. Os técnicos do Ministério da Habitação, Ordenamento Territorial e Meio Ambiente e do LATU têm argumentado que antes de dar informações imprecisas preferiam poder chegar a conclusões com maior fundamento científico. De qualquer forma, a população local, que tinha ficado atenta para o risco de poluição ambiental, não recebeu esclarecimentos mais efetivos acerca da questão (Susskind,L. & Field, 1996).

Já no caso do Brasil, a produção de estudos se destaca pelos motivos seguintes. Primeiro, pela região ser transfronteiriça durante muito tempo ocorreu divergências entre a fiscalização ambiental da UTPE, ora pela FEPAM ora pelo IBAMA, o que de certa forma prejudicou o agravamento dos impactos ambientais da região. Segundo, realmente os estudos realizados na região de Candiota relacionados a qualidade do ar, tanto pela academia como pelos órgãos ambientais (IBAMA e FEPAM) não indicam que a qualidade do ar estivesse comprometida quando comparados com padrões de qualidade da legislação ambiental aplicável, Resolução CONAMA 003/90, porém a investigação dos processos de dispersão de poluentes e limpeza (scavenging) da atmosfera podem ser mais detalhados e estudados. Terceiro, os impactos ambientais, principalmente na água, solo e sedimentos da região, provenientes dos processos de mineração e beneficiamento do carvão, que ocorreram nas décadas de 70 e 80, foram identificados nos diversos estudos citados no presente documento; hoje, porém a avaliação dos impactos ambientais (presentes e futuros) são bem mais rigorosos; mas ainda assim alguns passivos ambientais ainda impactam a região.

E por fim, cabe ressaltar que quando ocorre um esforço conjunto, entre os diversos atores de um processo, os resultados acabam por beneficiar a sociedade como um todo. E é isso que se espera nas relações de cooperação entre países vizinhos e irmãos, como é o caso do Uruguai e Brasil.

BIBLIOGRAFIA

AMERICAN Public Health Association. 1981. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 15 ed. New York : APHA, AWWA, WPCF.

ATA da VII Reunião para o Desenvolvimento Conjunto das Regiões de Fronteira Brasil-Uruguaí. 1995. Porto Alegre, 1995.

ATA de Jaguarão, 30-31/08/1990.

ATA da Reunião Técnica Brasil - Uruguai sobre Meio Ambiente. 1996. Melo, Uruguai, 20-21/11/1996.

ATA da Reunião Técnico-Diplomática Brasil-Uruguaí sobre Meio Ambiente. 1997. Porto Alegre, 15/04/1997.

CETESB. 1978. *Normalização técnica* - L.5127, L.5115, L.5145, L.5102, L.5153, L.5149, L.5012, L.5111, L.5133, L.5137. São Paulo.

CIENTEC / CEEE. 1989. EIA - RIMA da Usina Termelétrica Candiota III.

COMPANHIA Estadual de Energia Elétrica- Universidade Federal de Santa Maria. 1993. Convênio N. CEEE 82/545/-AS01/93. *Um estudo observacional da circulação atmosférica e das propriedades difusivas na região de Candiota*. Departamento de Física. Porto Alegre.

CONSELHO Nacional do Meio Ambiente. 1992. *Resoluções CONAMA 1984-1991*, 4ed. Brasília : CONAMA.

CONVENIO MVOTMA - LATU. 1996. Montevideo.

DALLAROSA, J. , TEIXEIRA, E. C. , PIRES, M. & FACHEL, J. 2003. Source apportionment in atmospheric particulate polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) using multivariate methods. *Environmental Pollution*.

DAVISON, R.S., NATUSCH, D.F.S, WALLACE, J.R. & EVANS, C.A. 1974. Trace elements in fly ash : dependence of concentration on particle size. *Environ. Sci. Technol.*, vol. 8, p. 1107.

DIRECCIÓN Nacional de Meteorología. 1989. Relatorio Preliminar sobre el pH de la precipitación en la R.O. de Uruguay. *In: Ministério de Defesa Nacional. Publicación n.46/89.* Montevideo.

DIRECCIÓN Nacional de Meteorología. 1990. *Relatório técnico.* Montevideo, 7 marzo.

FIEDLER, H. D. 1987. *Caracterização do carvão de Candiota e implicações ambientais do seu processamento.* Porto Alegre. Tese de Mestrado em Engenharia-Metalurgia Extrativa. PPGEMM/UFRGS.

FIEDLER, H. D., MARTINS, A. F. & SOLARI, J. 1990. Meio ambiente e complexos carboelétricos o caso de Candiota. *Ciência Hoje*, vol.12, n.68, p. 38-45.

FIEDLER, H. & SOLARI, J. 1988. Caracterização do impacto ambiental da mina de Candiota sobre as águas superficiais da região. *In : Anais do XIII Encontro de Tratamento de Minérios e Hidrometalurgia*, p. 483-498.

FIORINO, D. 1989. Environmental risk and democratic process. *Columbia Journal of Law*, vol.14, n. 501.

FIORINO, D. 1995. *Making environmental policy.* Los Angeles : University of California Press.

FUNDAÇÃO Estadual de Proteção Ambiental. 1992. Índice de acidez dos campos Hídricos na região de influência de Candiota. *In: Relatório Interno.* Porto Alegre.

FUNDAÇÃO Estadual de Proteção Ambiental & Universidade Federal de Pelotas. 1992. *Relatório Final Consolidado.* Faculdade de Meteorologia. Radar Meteorológico. Porto Alegre.

FUNDAÇÃO Estadual de Proteção Ambiental. 1995. Relatório da negociação sobre Candiota. *In: Documento interno.* Porto Alegre (mimeo).

FUNDAÇÃO Estadual de Proteção Ambiental. 2002. Meio ambiente e carvão. Impactos da exploração e utilização. *Cadernos de Planejamento e Gestão Ambiental*, n. 2. Porto Alegre.

GRUPO CERRO LARGO PRO CONDICIONES DE VIDA. 1991. *Informe de actividades.* Cerro Largo, Uruguay.

GRUPO CERRO LARGO PRO CONDICIONES DE VIDA. 1992. *Informe final de actividades.* Cerro Largo, Uruguay.

JABLONSKI, A., TEIXEIRA, E. C. & PESTANA, M.H. D. 1992. Description of the environmental situation of the coal region in the State of Rio Grande do Sul, Brazil. *In: Proceedings of II International Conference on Environmental Issues Management (Waste in Energy and Mineral Production)*. Calgary, Alberta, p. 257 - 267.

JAPAN International Cooperation Agency. 1997. *The study on evaluation of Environmental quality in regions under influence of coal steam power plants in the Federative Republic of Brazil. (Final Report)*. Suuri – Keikaku CO., LTD., Tokyo Electric Power Environmental Engineering Co., Inc.

MACHADO, J. L. F. 1985. Mineração de carvão : contaminação e vulnerabilidade dos mananciais. *In: Anais do III Simpósio Sul - Brasileiro de Geologia*, p. 539 - 552.

MARTINS, A. F. & ZANELLA, R. 1987. Análise de águas de superfície e de Profundidade da região de Candiota, RS: determinação da concentração de elementos traços de relevância ambiental, elementos menores e macroelementos. *In: Anais do II Congresso Brasileiro de Geoquímica*, n.2, p. 217-223.

MARTINS, A. F. & ZANELLA, R. 1988. Investigation of environmental problems related to intensive exploration and combustion of thermoelectric coal in Candiota, RS, Brazil. *In: Anais do Congresso Brasileiro de Química*, Porto Alegre, out.

MARTINS, A. F. & ZANELLA, R. 1990. Estudo analítico ambiental na região carboenergética de Candiota, Bagé (RS). *Ciência e Cultura*, vol. 42, n. 3/4, p. 264-290. Porto Alegre.

MIGLIAVACCA, D. M. 2001. *Estudo da precipitação atmosférica na região de Candiota, RS.* Porto Alegre, Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

MIGLIAVACCA, D. M., TEIXEIRA, E. C., PIRES, M. R. & FACHEL, J. 2004. Study of chemical elements in atmospheric precipitation in South Brazil. *Atmospheric Environment*, vol. 38, p. 1641–1656.

MIGLIAVACCA, D. M.; TEIXEIRA, E. C.; MACHADO, A. C. M.; PIRES, M. R. 2005. Composição química da precipitação atmosférica no sul do Brasil-estudo preliminar. *Química Nova*, vol. 28, n. 3, p. 371-379.

MINISTERIO de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos. 1989. *Relatório técnico*. Montevideo, 24. jan.

MINISTERIO de Salud Pública de Uruguay. 1989. *Informe de la Dirección de Salud Ambiental*. Montevideo.

MINISTERIO de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. 1994. *Programa de Trabajo entre Brasil y Uruguay en la región de Candiota*. Montevideo, 1-2 set.

MINISTERIO de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente - Laboratorio Tecnológico del Uruguay/LATU. 1996. *Convenio para monitoreo de Candiota*. Montevideo.

MINISTERIO de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. 2000a. *Control de las emisiones de la UTPM (Candiota)*. Montevideo.

MINISTERIO de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. 2000b. *Uruguay Ambient Air Quality Network- Annual Report*. Montevideo.

MORCH, M. 1991. *Investigação do grau de contaminação de solos e de sedimentos das regiões de Candiota e de Charqueadas (RS) com elementos-traço de relevância ambiental*. Dissertação (Mestrado do Programa de Pós - Graduação em Química), Universidade Federal de Santa Maria, Brasil.

OLIVEIRA, J. A., **CORREA**, F.R., **MÉNDEZ**, M.C. & **SCHILD**, A.L. 1982. Lesões dentárias em bovinos e ovinos causadas pela poluição ambiental na região de Candiota, RS. In: *Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária*. Camboriú, p. 295.

RÓTULO, D., 2004. Negociação e implementação de acordos de poluição transfronteiriça: o caso Brasil-Uruguaí em relação à Termelétrica de Candiota (RS). Tese de Doutorado. EBAPE/FGV, Rio de Janeiro, Brasil.

<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/3270>

RÓTULO, D., 2006. Negociação e implementação dos acordos Brasil - Uruguaí pela Poluição produzida pela termelétrica de Candiota. In: **MOTTA**, P.; **PIMIENTA**, R.; **TAVARES**, E. (eds.). *Novas ideias em Administração*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas.

RÓTULO, D., 2012. Políticas públicas para la cooperación fronteriza en el caso Uruguay Brasil: avances y desafíos. In: “Al Sur de las Fronteras: Casos de Cooperación Territorial y Transfronteriza en la Unión Europea y América Latina” (número especial). *Revista da Eurorrexión Galicia-Norte dePortugal / Eixo Atlântico. Revista da Eurorregião Galicia-Norte de Portugal*, jul. n. 19, p. 52-64.

<http://www.eixoatlantico.com/eixo/sites/default/files/REVISTA19%20EIXO.pdf>

RÓTULO, D. & DAMIANI, O, 2010. *El caso de la integración fronteriza Uruguay Brasil : dimensiones analíticas e hipótesis de trabajo preliminares*. Montevideo : Universidad ORT Uruguay. Documento de Investigación, n. 61.

<http://www.ort.edu.uy/facs/pdf/documentodeinvestigacion61.pdf>

RÓTULO, D. & OLIVEIRA, J. Puppim de, 2008. International environmental agreements between developing countries only : learning from the Brazil - Uruguay case over the suspicion of acid rain. *International Environmental Agreements : Politics, Law and Economics*, vol. 8, n. 4, p. 389-408.

RÓTULO, D. & MIGLIAVACCA, D. 2003. Impactos ambientais na região de Candiota, RS. In: *Anais do VII Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente*. São Paulo: Escola de Administração de Empresas de São Paulo – Fundação Getúlio Vargas/Universidade de São Paulo.

SANCHEZ, J. & FORMOSO, M. 1990. Utilização do carvão e meio ambiente. *Boletim Técnico*, n. 20. Secretaria de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Fundação de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, dez.

SANTANDREU, A. & GUDYNAS, E. 1998. *Ciudadanía en movimiento*. Participación y Conflictos ambientales. Montevideo: Claes/Fesur/Eitora Trilce.

STRECK, C. D., MIGLIAVACCA, D. M., ORTIZ, L., TEIXEIRA, E.C. & ROSA, A.R., 1999. Impacto ambiental proveniente das atividades do processamento de carvão na região de Candiota, RS. In: III Fórum Regional de Energia e Meio Ambiente. Canoas, p. 8.

STRECK, C. D. 2001. *Estudo da qualidade das águas superficiais e estimativas dos fluxos de elementos-traço na região de Candiota, RS*. Porto Alegre. Dissertação (Mestrado em Engenharia Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

SUSSKIND, L. & FIELD, P. 1996. *Dealing with an angry public*. The mutual gains approach to resolving disputes. New York: The Free Press.

TEIXEIRA, E.C., MIGLIAVACCA, D. & PIRES, M. 2002. Precipitação atmosférica em áreas de processamento de carvão. In: TEIXEIRA, E.C. & PIRES, (coord.). *Meio Ambiente e carvão. Impactos da exploração e utilização*. Porto Alegre: Secretaria do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul, FEPAM.

TEIXEIRA, E. C., MEIRA, L., SANTANA, E. R. R. & WIEGAND, F., 2009. Chemical Composition of PM10 and PM2.5 and Seasonal Variation in South Brazil. *Water, Air and Soil Pollution*, v. 199, p. 261-275.

TOR, D. 1992. *Lluvia ácida: Candiota: análisis global y acciones políticas*. Montevideo: Editora Ideas.

WIEGAND, F. , NORTE, F. & TEIXEIRA, E. C. 2011. Study on wet scavenging of atmospheric pollutants in South Brazil. *Atmospheric Environment*, vol. 45, n. 27, p. 4770-4776.

ZUNCKEL, M. SAIZAR, C. ZARAUZ, J. 2003. Rainwater composition in northeast Uruguay. *Atmospheric Environment*, vol.37, n.12, p.1601-1611.