



Foto: Paulo Sérgio

Drenagem ácida de minas relacionada à mineração de carvão

Drenagem ácida de minas: um dos passivos ambientais das áreas de mineração de carvão no Sul do país

DATA DE EDIÇÃO

04/03/2013

MUNICÍPIOS

PR - Figueira

RS - Candiota

SC - Criciúma

SC - Siderópolis

LATITUDE

-15,7801

LONGITUDE

-47,9292

SÍNTESE

A drenagem ácida de minas (DAM) é um dos principais passivos ambientais relacionados à mineração de carvão no Sul do país. Esse efluente tem caráter nocivo e pode afetar os mananciais e atingir os depósitos de água subterrânea, comprometendo o meio ambiente e afetando a saúde e as atividades econômicas das populações próximas.

cerca de 60% de resíduos sólidos e aproximadamente 1,5 m³ de efluentes ácidos para cada tonelada lavrada (FUNGARO; IZIDORO, 2006). Os rejeitos finos são reunidos em bacias de decantação. Após o processo, a água utilizada pode ser lançada, sem qualquer forma de tratamento, nos corpos hídricos vizinhos. Já os rejeitos grossos costumam ser alocados em áreas planas, e, algumas vezes, em cavas de mineração desativadas, a céu aberto (CASTILHOS; FERNANDES, 2011).

APRESENTAÇÃO DE CASO

O carvão mineral é a maior fonte de energia não-renovável no país. Suas maiores reservas estão localizadas no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, com 28,8 bilhões, 3,4 bilhões e 100 milhões de toneladas, respectivamente (NASCIMENTO et al., 2002 apud FUNGARO; IZIDORO, 2006). Em 1997, eram oito as jazidas carboníferas brasileiras de maior importância: Sul-Catarinense, em Santa Catarina; e Santa Terezinha, Chico Lomã, Charqueadas, Leão, Iruí, Capané e Candiota, no Rio Grande do Sul (SÜFFERT, 1997).

A mineração de carvão mineral, a céu aberto, no Sul do Brasil, no entanto, tem alterado profundamente as características bióticas [efeitos da atividade dos seres vivos no ecossistema] e abióticas [influências que os seres vivos recebem, tais como luz, temperatura, vento] dos ecossistemas naturais, principalmente no que se refere à qualidade do solo, das águas superficiais e da biota [conjunto de seres vivos de um ecossistema] a eles associada (STRECK et al., 2001).

O material extraído das minas é enviado para usinas de beneficiamento, que por sua vez geram resíduos sólidos e efluentes líquidos (CASTILHOS; FERNANDES, 2011). São



Foto: Paulo Sérgio

Rejeitos do beneficiamento do carvão junto ao corpo d'água

Os estéreis e rejeitos, ricos em sulfetos de ferro, oxidam-se em presença do ar, da água e da ação de bactérias, desencadeando o processo de acidificação de drenagens e a dissolução de metais, o que pode ocorrer em minas abandonadas ou em operação (FUNGARO; IZIDORO, 2006). Em certos locais, os rejeitos grossos e finos passam por um processo de rebeneficiamento. Quando isso acontece, a pirita (sulfeto de ferro) remanescente nos rejeitos grossos acaba sendo exposta ao oxigênio e às águas pluviais desencadeando nova oxidação, que também gera drenagem

ácida (CASTILHOS; FERNANDES, 2011). O fenômeno da drenagem ácida (DAM) acidifica e contamina as águas superficiais e subterrâneas, limitando ou impedindo sua utilização para o abastecimento doméstico, atividades agropecuárias, agrícolas e piscicultura (SOARES; TRINDADE, 2002).

O problema da poluição causado por drenagem ácida tem sido notificado em várias regiões carboníferas do Sul do país (FUNGARO; IZIDORO, 2006). Estudo realizado por Shuqair Mahmud Said Shuqair, em 2002, no município de Figueira – 129,770 km² e 8.293 habitantes (IBGE, 2010a) – no nordeste do Paraná, comprovou que a lixiviação nas pilhas de rejeitos das minas de carvão contribuía para a acidificação do solo e dos recursos hídricos, que adquiriam um pH extremamente baixo, elevando as concentrações de elementos tóxicos. O estudo também mostrou que a deposição do carvão e a bacia de sedimentação contribuíam igualmente para a acidez, incrementando os problemas ambientais a ela associados (SHUQAIR, 2002).

Na região de Candiota – com 933,834 km² e 8.771 habitantes (IBGE, 2010b) – no sudoeste do Rio Grande do Sul, onde se localiza a maior reserva carbonífera brasileira, com aproximadamente 12 bilhões de toneladas de carvão (BINOTTO, 1997 apud STRECK et al., 2001), o monitoramento das águas superficiais da bacia do Arroio Candiota comprovou alterações na qualidade dos cursos d'água que recebiam as águas de drenagem das minas de carvão ativas ou desativadas. Além disso, atestou que o efeito poluidor da indústria minerária do carvão não cessa com o término das atividades de mineração. As áreas mineradas continuam contribuindo para a poluição do solo, das águas e do ar por um longo período (STRECK et al., 2001).

Já em Santa Catarina, a bacia carbonífera constitui uma faixa de aproximadamente 100 km de comprimento e largura média de 20 km, onde se desenvolveram importantes centros de mineração de carvão, especialmente nos municípios de Criciúma – com 235,627 km² e 192.308 habitantes (IBGE, 2010c) – Forquilha, Içara; Lauro Müller, Maracajá; Morro da Fumaça; Siderópolis; Treviso e Urussanga (BELOLLI et al., 2002 apud KLEIN, 2006).

Localizada na região sudeste de Santa Catarina, a bacia ocupa cerca de 10% da superfície total do estado. As reservas a céu aberto estão praticamente esgotadas e, devido a aspectos econômicos e ambientais, já não possuem mais condições de fornecer carvão metalúrgico para o setor industrial, tendo as usinas termoelétricas como consumidoras exclusivas no mercado nacional (CASTILHOS; FERNANDES, 2011).

O início da exploração do carvão em Santa Catarina remonta a meados do século XIX (MAPA DA INJUSTIÇA AMBIENTAL E SAÚDE NO BRASIL, 2009). A produção industrial do carvão em Santa Catarina teve início na década de 1910, com a exploração de algumas dezenas de minas em uma área que seria denominada Bacia Carbonífera. Ao longo do século XX,

o carvão foi ocupando o lugar da agricultura em muitas pequenas cidades da região (CASTILHOS; FERNANDES, 2011). Ao redor do carvão nasceria também uma elite política local poderosa e influente (MAPA DA INJUSTIÇA AMBIENTAL E SAÚDE NO BRASIL, 2009).

A partir da década de 1940, com a criação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), Santa Catarina passou à liderança nacional na produção de carvão, ultrapassando o Rio Grande do Sul. A CSN capitaneou a construção de um complexo industrial no estado, formado por minas de carvão em Siderópolis – município com 262,718 km² e 12.998 habitantes (IBGE, 2010d) – em Criciúma, além de uma usina de beneficiamento em Capivari/Tubarão e uma usina termoelétrica no município de Tubarão (CASTILHOS; FERNANDES, 2011).

Na década de 1970, o governo militar passou a comprar integralmente a produção de carvão nacional, assumindo a responsabilidade sobre o transporte e o beneficiamento do produto. O segundo choque do petróleo faria com que o governo investisse ainda mais, oferecendo estímulos e subsídios para o carvão (CASTILHOS; FERNANDES, 2011).

Durante a primeira metade dos anos 1980, a produção de carvão bateu recordes históricos. Em 1985, foram 19 milhões de toneladas, com 15 mil trabalhadores nas minas. Mas, logo na segunda metade da década, tem início um processo gradual de decadência (CASTILHOS; FERNANDES, 2011), estimulado pela qualidade inferior do carvão catarinense, com teores elevados de enxofre (2% a 4%) e cinzas (40% a 60%), que fez com que o produto perdesse mercado (NASCIMENTO et al., 2002), e pela liberação, por parte do governo, da importação do carvão (CASTILHOS; FERNANDES, 2011). A produção nacional de carvão metalúrgico foi paralisada, sendo mantida apenas a do carvão energético (NASCIMENTO et al., 2002).

Estava em curso uma mudança de perspectiva em relação ao carvão mineral. A redemocratização do país e a ascensão de novos blocos políticos de caráter mais liberal provocariam mudanças nas políticas públicas em relação ao produto. A atuação de organizações ambientalistas e o aumento da consciência ecológica da população local também contribuíram para enfraquecer o apoio do qual a indústria carbonífera desfrutava na região (MAPA DA INJUSTIÇA AMBIENTAL E SAÚDE NO BRASIL, 2009).

A extração do carvão no estado causou um dos mais graves impactos ambientais promovidos pela mineração. Como consequência, a região carbonífera foi declarada, pelo Decreto nº 85.206, de 25 de setembro de 1980, do governo federal, como “área crítica de poluição” (ANTUNES, 2004). O processo de degradação dos recursos naturais no sul catarinense tornou-se alarmante, já que, em algumas regiões, a vegetação foi suprimida para extração do carvão mineral e expansão das áreas agrícolas e pecuárias (SANTOS, 1997 apud KLEIN, 2006). Os efeitos da drenagem ácida poluíam a água em 24 municípios catarinenses, prejudicando uma

população estimada em 650 mil pessoas (GANDRA, 2007).

Tendo em vista este cenário, houve grande necessidade de trabalhos e ações, visando à recuperação das áreas mineradas na extração do carvão (KLEIN, 2006). Em 1983, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), em convênio com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), começou a desenvolver o projeto “Estudo da Vulnerabilidade à Contaminação dos Mananciais Subterrâneos nas Áreas de Mineração de Carvão”. Em uma das áreas testadas, no município de Siderópolis (SC), foi constatada contaminação tanto nas águas superficiais quanto nos aquíferos. Contaminação esta causada essencialmente pela oxidação da pirita e da marcassita (ANTUNES, 2004).

Em meados dos anos 1980, o DNPM passou a exigir o controle efetivo da emissão de gás metano das minas, visando minimizar os riscos de acidentes. A partir de 1989, o DNPM passou a exigir, também, o corte e a furação de rochas a úmido e proibiu a lavra com recuperação de pilares, ou seja, eliminou o risco de abatimento da superfície e fugas d’água, reduzindo conflitos com os moradores próximos às minas, que sofriam com rachaduras em suas casas e com a falta de água. Itens como o escoramento de minas, acondicionamento e manuseio de explosivos e acessórios, estado geral da instalação e conservação de equipamentos elétricos, quantidade de ar nas frentes de lavra, registro diário das medidas de metano e equipamentos de combate ao fogo passaram a ser mais fiscalizados. Atividades voltadas exclusivamente para os impactos ambientais da mineração, principalmente as ligadas à lavra de carvão, também passaram a ser objeto da atenção do DNPM (ANTUNES, 2004).



Depósito de rejeitos do beneficiamento de carvão em área de mineração abandonada

Em 1998, o “Estudo de Viabilidade da Recuperação das Áreas Degradadas pela Mineração do Carvão na Região Sul de Santa Catarina”, produzido a partir de um convênio entre a Fundação do Meio Ambiente (FATMA) e a Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA), estimou custos da ordem de R\$ 72 milhões para a melhoria das operações de lavra e recuperação de áreas em atividade, e outros R\$ 98,5 milhões para a recuperação de 3.292 hectares impactados pela mineração passada. Já em 2003, um novo projeto da

parceria FATMA – JICA apresentou uma conta mais salgada para a recuperação ambiental de toda a bacia carbonífera catarinense: US\$ 55 milhões (ANTUNES, 2004).

Em janeiro de 2000, o Ministério Público do estado de Santa Catarina sentenciou as empresas carboníferas a pagarem US\$ 96 milhões pelo passivo ambiental que geraram, e estipulou um prazo de 3 anos para a recuperação das áreas degradadas, com a obrigatoriedade de apresentação de projetos de reabilitação em seis meses, do contrário seria aplicada multa de 1%, ou seja, US\$ 960 mil ao mês (VINHAES, 2002 apud NASCIMENTO et al., 2002).

Assim, a Presidência da República criou, por decreto, em 14 de dezembro de 2000, o Comitê Gestor para a Recuperação Ambiental da Bacia Carbonífera de Santa Catarina (ANTUNES, 2004). Até ser extinto, em 3 de março de 2009 (CENTRO DE ESTUDOS AMBIENTAIS, 2009), o Comitê promoveu monitoramento da qualidade das águas da Bacia Carbonífera e o mapeamento de bocas de minas desativadas e abandonadas, dentre outras questões (ANTUNES, 2004).

Também em 2000, o Sindicato da Indústria de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina (SIECESC) firmou parceria com o Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) para elaborar um projeto de reabilitação ambiental para empresas carboníferas filiadas ao sindicato (NASCIMENTO et al., 2002). O projeto envolvia a implantação de um sistema integrado de gestão, incorporando diagnóstico ambiental e planejamento de ações de recuperação (CETEM, 2001 apud SOARES; TRINDADE, 2002).

Em sequência, durante o ano de 2001, a equipe do CETEM produziu documentação técnica, apresentando recomendações para o aprimoramento das práticas ambientais das dez empresas filiadas ao sindicato. Foram propostas medidas para a minimização da geração de drenagens ácidas e gestão de resíduos. Em 2002, o CETEM prosseguiu em suas ações nas empresas carboníferas do sul catarinense, dedicando-se à implantação de sistemas integrados de gestão ambiental e ao projeto de unidades piloto para o teste de tecnologias de abatimento e controle de drenagem ácida de minas (SOARES; TRINDADE, 2002).

Entre 2002 e 2004, o DNPM e a FATMA coordenaram um abrangente monitoramento para medir a qualidade das águas nas bacias dos rios Tubarão, Araranguá e Urussunga. O resultado das análises revelou alta contaminação em muitos trechos da região, onde apenas as nascentes apresentam águas com boa qualidade. Aspectos como pH baixo, e altos teores de substâncias tóxicas, chamaram a atenção dos pesquisadores. Além disso, existiam longos trechos de rio aparentemente sem a presença de qualquer peixe ou animal aquático (CASTILHOS; FERNANDES, 2011).

Em 2007, o CETEM, em parceria com a Carbonífera Criciúma, empresa líder do setor de mineração de carvão no país, situada em Santa Catarina, começou a desenvolver um novo projeto para combater a drenagem ácida, no sul do estado. O projeto contava com apoio da Financiadora de

Estudos e Projetos (FINEP), e sua parte principal, a Estação Experimental Juliano Peres Barbosa – primeira unidade construída no Brasil com células experimentais e equipamento meteorológico capazes de minimizar os impactos da drenagem ácida – foi inaugurada, em outubro de 2007, na Mina do Verdinho, no município de Criciúma (SC). A mina era de propriedade da Carbonífera Criciúma (GANDRA, 2007).

De acordo com um dos coordenadores do projeto, o engenheiro metalúrgico do CETEM Paulo Sérgio Soares, a estação tinha como objetivo verificar a melhor maneira de reduzir a drenagem ácida, a partir da cobertura desses rejeitos de forma técnica adequada. O projeto abrangia também estudos de alternativas para tratamento de efluentes dessas minerações, importação de sistemas de gestão ambiental, conhecimento da dinâmica das águas subterrâneas na Mina do Verdinho para saber como elas eram atingidas pela poluição, entre outras atividades (GANDRA, 2007).

Segundo o engenheiro, o agravamento da questão em Santa Catarina, do ponto de vista ambiental, ocorreu na década de 1970, quando houve um aumento da mineração do carvão na região. Em 2007, cerca de dez empresas atuavam na área carbonífera no sul- catarinense. Havia também áreas inativas decorrentes da desativação de algumas companhias, cujos rejeitos de carvão estavam expostos ao ar e à água, a céu aberto, desde tempos passados (GANDRA, 2007).



Erosão em depósito de rejeitos de beneficiamento de carvão

Recente pesquisa realizada por integrantes do CETEM comparou índices socioeconômicos dos municípios da bacia carbonífera sul catarinense, no período entre 1990 e 2007, revelando alguns dados importantes sobre a região, sobretudo no que tange as alterações do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Embora o Brasil e Santa Catarina tenham desfrutado de uma melhoria substancial dos indicadores no período, os municípios da bacia carbonífera apresentam poucas melhorias, se comparadas às médias nacional e estadual. Os índices econômicos revelaram ainda a situação de exclusão social em que vivem os 20% mais pobres da população dos municípios da bacia carbonífera, cuja renda não chega nem a 5% do total municipal

(CASTILHOS; FERNANDES, 2011).

Um dado preocupante levantado pela pesquisa é o fato de nenhum entre os doze municípios pesquisados contar com um secretaria de meio ambiente exclusiva. Em vez disso, tais órgãos estão sempre integrados com outras pastas, dividindo secretarias. Apenas cinco municípios possuem um fundo municipal para o meio ambiente, sendo que municípios mineradores como Siderópolis e Treviso não contam com tais fundos. Já o dispositivo de licenciamento ambiental se encontra presente em apenas um quarto dos municípios (CASTILHOS; FERNANDES, 2011).

Uma análise dos orçamentos municipais da região revelou ainda que os ganhos das cidades que participam da cadeia da indústria carbonífera com os royalties da mineração são insignificantes e que não dispõem de quaisquer recursos para o investimento em capital humano ou para a mitigação dos danos ambientais causados pela atividade (CASTILHOS; FERNANDES, 2011).

O Superior Tribunal de Justiça (STF) condenou, em 2007, a União e as mineradoras a recuperarem os danos ambientais causados pela exploração do carvão em Santa Catarina. A Justiça fixou um prazo de três anos para a recuperação da área terrestre e de dez anos para a recuperação das bacias hidrográficas. A decisão não foi cumprida e os danos ambientais ainda se fazem presentes e visíveis na região (CASTILHOS; FERNANDES, 2011).

Em 2011, a Agência Internacional de Energia exigiu que os governos nacionais parassem de oferecer subsídios para indústrias do petróleo e do carvão. Baseando-se em dados do relatório Panorama Energético Mundial 2011, a agência relacionou o processo de produção e queima dos combustíveis fósseis aos fatores que estariam levando o planeta a um aquecimento de 3,5°C até o fim do século XXI. O incentivo mundial para os combustíveis fósseis – que somaria cerca de R\$ 409 bilhões – seria prejudicial para os investimentos em novas fontes de energia (ÁVILLA, 2011).

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, Paulo. As marcas do passado que não podem ser esquecidas. In: Brasil Mineral: Edição Especial Mineração e Meio Ambiente, n. 228, jun. 2004. Disponível em: <http://comiteitajai.org.br/dspace/handle/123456789/1299>. Acesso em: 06 jul. 2010.
- ÁVILLA, Fabiano. AIE pede corte de subsídios aos combustíveis fósseis. Instituto CarbonoBrasil, 24 out. 2011. Disponível em: http://www.institutocarbonobrasil.org.br/reportagens_carbonobrasil/noticia=728770. Acesso em: 5 nov. 2011.
- CASTILHOS, Zuleica Carmem; FERNANDES, Francisco Rego Chaves. A bacia carbonífera sul catarinense e os impactos e passivos da atividade da indústria extrativa mineral de carvão na territorialidade. In: FERNANDES, Francisco Rego Chaves; ENRIQUEZ, Maria Amélia; ALAMINO, Renata de Carvalho Jimenez (Eds.). Recursos Minerais e Territorialidade: v. 1, p.259-282. Grandes Minas e Comunidades Locais, CETEM/MCTI, 2011. Disponível em: http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/Vol_1_GRANDES_MINAS_TOTAL.pdf. Acesso em: 8 nov. 2011.
- CENTRO DE ESTUDOS AMBIENTAIS. Extinção do Comitê Gestor para

Recuperação Ambiental da Bacia Carbonífera, 06 mar. 2009. Disponível em: <http://centrodeestudosambientais.wordpress.com/category/comite-gestor-para-recuperacao-ambiental-da-bacia-carbonifera-do-sul-de-santa-catarina/>. Acesso em: 07 jul. 2010.

FUNGARO, Denise Alves; IZIDORO, Juliana de Carvalho. Remediação de Drenagem Ácida de Mina Usando Zeólitas Sintetizadas a Partir de Cinzas Leves de Carvão. In: Química Nova, v. 29, n. 4, p. 735-740, 18 abr. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v29n4/30251.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2010.

GANDRA, Alana. Centro pesquisará tratamento adequado aos rejeitos de carvão em Santa Catarina. Agência Brasil, 13 out. 2007. Disponível em: <http://agenciabrasil.etc.com.br/arquivo/node/395172>. Acesso em: 06 jul.2010.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Figueira (PR). In: IBGE Cidades, 2010a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=410775>. Acesso em: 8 nov. 2011.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Candiota (RS). In: IBGE Cidades, 2010b. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=430435&r=2>. Acesso em: 8 nov. 2011.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Criciúma (SC). In: IBGE Cidades, 2010c. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=420460>. Acesso em: 8 nov. 2011.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Siderópolis (SC). In: IBGE Cidades, 2010d. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=421760>. Acesso em: 8 nov. 2011.

KLEIN, Alecsandro Schardosim. Áreas degradadas pela mineração de carvão no sul de Santa Catarina: vegetação versus substrato, 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, SC, 85f. Disponível em: <http://www.comiteitajai.org.br/dspace/bitstream/123456789/247/1/%C3%81reas%20degradadas%20pela%20minera%C3%A7%C3%A3o%20de%20carv%C3%A3o%20no%20sul%20de%20Santa%20Catarina%20vegeta%C3%A7%C3%A3o%20versus%20substrato.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2010.

MAPA DA INJUSTIÇA AMBIENTAL E SAÚDE NO BRASIL. Poder arraigado da mineração carbonífera em Santa Catarina é empecilho à recuperação ambiental de áreas degradadas e cursos de água que sofrem os efeitos da acidificação. Crescimento das usinas termoelétricas é novo foco de poluição e consumo de carvão mineral. Base de dados, 2009. Disponível em: <http://www.conflitoambiental.icict.fiocruz.br/index.php?pag=ficha&cod=208>. Acesso em: 5 nov. 2011.

NASCIMENTO, Flávia M. F.; MENDONÇA, Rose Mary Gondin; MACÊDO, Maia Iaponeide Fernandes; SOARES, Paulo Sérgio M. Impactos Ambientais nos Recursos Hídricos da exploração de Carvão em Santa Catarina, Rio de Janeiro, set. 2002. Disponível em: <http://www.CETEM.gov.br/publicacao/CTs/CT2002-151-00.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2010.

SHUQAIR, Shuqaír Mahmud Said. Estudo da Contaminação do Solo e Água Subterrânea por Elementos Tóxicos Originados dos Rejeitos das Minas de Carvão de Figueira no Estado do Paraná, 2002. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear-Materiais), São Paulo, SP, 107f. Disponível em: http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Shuqaír%20Mahmud%20Said%20Shuqaír_D.pdf. Acesso em: 07 jul. 2010.

SOARES, Paulo Sérgio M., TRINDADE, Roberto de B. E. Recuperação de Áreas Mineradas: Uma Experiência de Gestão, XIX Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa, nov. 2002. Disponível em: <http://www.CETEM.gov.br/publicacao/CTs/CT2002-055-00.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2010.

STRECK, C. D. A.; IGLESIAS, C. M. F.; MIGLIAVACCA, D. M.; Zocche, J. J.; HASENACK, H. Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais da Bacia do Arroio Candiota – RS Utilizando Sistemas de Informação Geográfica, 14 mai. 2001. Disponível em: <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/arquivos/artigos/candiota.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2010.