

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE NASCENTES NO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA, SANTA CATARINA

Sérgio Luciano Galatto^{1,2}

Nadja Zim Alexandre^{1,2}

Jader Lima Pereira²

Tamiles Borsato Patrício²

Miguel Vassiliou^{1,2}

Alice Neves Fernandes

Jonathan Frassetto³

Morgana Levati Valvassori

RESUMO

A área de estudo compreende o município de Criciúma, inserido nas bacias hidrográficas dos rios Araranguá (BHRA) e Urussanga (BHRU), extremo sul de Santa Catarina. A rede hidrográfica do território municipal é compreendida pelas microbacias dos rios Eldorado, Quarta Linha, Baixo Sangão, Cedro, Criciúma, Medeiros, Maina, Sangão, Linha Anta e Ronco D'água. Com um propósito de caracterizar as nascentes, foi realizado um cadastramento através de incursões em campo verificando o grau de degradação ambiental, reunindo informações básicas como relevo, hidrologia, solo, cobertura vegetal, fontes de poluição, uso da água e formas de captação. Neste estudo foram analisados 12 parâmetros, avaliando-se as propriedades físico-químicas e microbiológicas da água destinada ao consumo humano em 100 fontes de água. A caracterização foi elaborada com base no IQA - Índice de Qualidade das Águas e comparado aos resultados das análises com a Portaria n° 518/2004 e a Resolução Conama n° 357/2005. Os resultados indicaram variação de boa à ótima qualidade. Por outro lado, algumas amostras apresentaram concentrações de Fe, Mn, sulfatos, fosfato e coliformes fecais e totais acima dos limites estabelecidos pela legislação. Este trabalho reuniu informações para subsidiar a proteção das nascentes e propiciar um melhor planejamento do manejo das águas superficiais no município de Criciúma, integrando de forma sistematizada as bacias hidrográficas dos rios Araranguá e Urussanga.

Palavras-chave: índice de qualidade da água, bacia hidrográfica, área de preservação permanente

¹ Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, Depto. de Engenharia Ambiental.
E-mail para correspondência: sga@unesc.net

² Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT

³ Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, Acadêmico do Curso de Ciências Biológicas

ABSTRACT

Environmental diagnosis of source waters in the city of Criciúma, state of Santa Catarina. The study area consists the town of Criciúma, inserted in the watersheds of the rivers Araranguá (BHRA) and Urussanga (BHRU), far south of Santa Catarina. The hydrographic network of the municipal territory is understood by the micro-basins of the rivers Eldorado, Quarta Linha, Baixo Sangão, Cedro, Criciúma, Medeiros, Maina, Sangão, Linha Anta and Ronco D'Água. With a purpose to characterize the water sources, it was made a registering through the forays into the field checking the degree of environmental degradation, gathering basic information such as relief, hydrology, soil, vegetation cover, pollution sources, use of water and ways of catchment. On this study were analyzed 12 parameters, evaluating the physical-chemical properties and microbiological of the water intended for human consumption in 100 water sources. The characterization was made based on the IQA - Water Quality Index and compared the results of the analysis to the Ordinance n. 518/2004 and Resolution Conama n. 357/2005. The results indicated variation in good to excellent quality. On the other hand, some samples showed concentrations of Fe, Mn, sulfate, phosphate and fecal coliforms above the limits set by legislation. This work gathered information to support the protection of water sources and to provide a better planning of the management of surface water in the town of Criciúma, integrating in a systematic way the watersheds of the rivers Araranguá and Urussanga.

Key words: index of water quality, watershed, permanent preservation area

INTRODUÇÃO

De acordo com Porto e Porto (2008), a bacia hidrográfica é considerada a unidade de planejamento na gestão dos recursos hídricos e deve ser levada em consideração quanto ao desenvolvimento de uma região. Loureiro (1983) descreve que em uma bacia hidrográfica, a água das chuvas segue diferentes caminhos, sendo que uma parte é interceptada pelas plantas, evapora-se e volta para a atmosfera, outra parcela escoar superficialmente formando as enxurradas que, através de um córrego ou rio, abandonam rapidamente a bacia. O restante se infiltra no solo, com uma parte ficando temporariamente retida nos espaços porosos, outra parcela é absorvida pelas plantas ou evapora através da superfície do solo, e uma última parte alimenta os aquíferos, que constituem o horizonte saturado do perfil do solo. Essa região saturada pode situar-se próxima à superfície ou a grandes profundidades e a água ali presente pode estar ou não sob pressão.

Santos (2001) e Calheiros *et al.* (2004) relatam a importância do conhecimento e da preservação de nascentes na bacia hidrográfica, uma vez que é vital à manutenção dos cursos d'água. As nascentes são encontradas em encostas ou depressões de terreno ou no nível de base representado pelo curso d'água local. Podem ser perenes (de fluxo contínuo), temporárias (de fluxo apenas na estação chuvosa) e efêmeras (surgem durante a chuva, permanecendo por apenas alguns dias ou horas).

De acordo com Linsley e Franzini (1978), as nascentes podem dividir-se quanto à sua formação, em nascente sem acúmulo - quando a descarga do aquífero concentra-se em uma pequena área, comum quando o afloramento ocorre em um terreno declivoso - e com acúmulo, comum quando a camada impermeável fica paralela à parte mais baixa do terreno e, estando próxima à superfície, acaba por formar um lago, açude, brejo, lagoa ou banhado.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) conceitua claramente nascente como uma manifestação do lençol freático em superfície. A Resolução Conama nº 004/1985 define nascente ou olho d'água como local onde se verifica o aparecimento de água por afloramento do lençol freático. A Resolução Conama nº 303/2002 define nascente como o local onde aflora naturalmente a água subterrânea, mesmo que de forma intermitente.

O município de Criciúma está localizado no extremo sul catarinense possui cerca de 236 km² (Figura 1). De acordo com SDM (1997) e Schrer *et al.* (1997), as águas superficiais do município drenam para as bacias hidrográficas do Araranguá e Urussanga, ambas pertencentes à 10^a região hidrográfica do Estado de Santa Catarina. A porção nordeste do município é banhada pelos rios Ronco D'água e Linha Anta, que drenam para a bacia do rio Urussanga. O restante da área tem como seu principal curso d'água o rio Sangão, cujos afluentes são os rios Maina, Criciúma, Cedro e Sanga do Terneiro. Na porção sudeste, estão os rios Eldorado e Quarta Linha, ambos afluentes do rio dos Porcos. A noroeste encontra-se o rio Medeiros, afluente do rio Mãe Luzia.



Figura 1. Localização do município de Criciúma.

Alexandre e Krebs (1995), quando da elaboração do volume “Qualidade das Águas Superficiais” do Programa de Informações Básicas para a Gestão Territorial de Santa Catarina (PROGESC), concluíram que o município de Criciúma possui uma situação ambiental pouco favorável, apresentando um quadro de degradação que compromete seus recursos hídricos, tanto superficiais como subterrâneos. Esse cenário de degradação ambiental se deve pelo fato de a bacia hidrográfica do rio Araranguá ser considerada como uma área crítica do Estado de Santa Catarina em

relação à disponibilidade hídrica e à qualidade de suas águas, principalmente devido às atividades de mineração de carvão e de arroz irrigado.

A exploração do carvão trouxe consigo severos impactos ambientais, entre os quais o mais grave é o elevado grau de poluição dos recursos hídricos – em alguns trechos encontram-se valores de pH abaixo de 3, elevadas concentrações de sulfatos, acidez e metais (Alexandre, 2000).

Este trabalho reúne os resultados da identificação e do cadastro das principais nascentes no município de Criciúma, além da avaliação da qualidade da água em 100 nascentes através da aplicação da metodologia do IQA (Índice de Qualidade das Águas). Visa a estruturar, ainda, informações que sirvam de subsídio para a proteção das nascentes e um melhor planejamento do manejo das águas superficiais no município de Criciúma. Além disso, objetiva, de forma sistemática, integrar as bacias hidrográficas dos rios Araranguá e Urussanga, atendendo, dessa forma, às determinações da Política Nacional de Recursos Hídricos. Ressalta-se que os resultados aqui apresentados são parte integrante do Relatório Técnico do Projeto Nascentes (1ª etapa), que contou com o fomento da Fundação de Meio Ambiente de Criciúma.

MATERIAL E MÉTODOS

As etapas desenvolvidas no trabalho foram: a) Incursões em campo para identificação e cadastro de nascentes através do preenchimento de formulário para coleta de informações ambientais, como: rio principal, declividade, tipo de nascente, tipo e drenagem do solo, cobertura vegetal, fontes de poluição, uso da água, acompanhada de registro fotográfico e coordenada UTM; b) Classificação das nascentes quanto ao tipo (com e sem acúmulo inicial) e uso do solo (agricultura permanente, agricultura temporária, vegetação secundária inicial, vegetação secundária média a avançada, pastagem e sem cobertura vegetal); c) Coleta e análise físico-química e microbiológica da água de 100 nascentes representativas com relação a sua importância. A coleta e a preservação das amostras seguiram as orientações da NBR 9897/87 e da NBR 9898/87. As análises foram realizadas de acordo com o *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (20ª edição). A delimitação dos metais foi realizada por espectrofotometria de absorção atômica em chama, conforme padrão de exigência (limite de detecção) estabelecido pela Resolução do Conama nº 357/2005; d) Aplicação do Índice de Qualidade das Águas (IQA) das amostras analisadas. O IQA avalia a qualidade dos mananciais quanto à possibilidade

de abastecimento doméstico. Por outro lado, esse índice mostra-se insuficiente para representar a qualidade das águas comprometidas pelas atividades de mineração e beneficiamento de carvão (Alexandre e Krebs, 1995; Alexandre, 2000), motivo pelo qual se acrescentaram mais três parâmetros analíticos com essa finalidade (Ferro total, Manganês total e Sulfatos). Os indicadores ambientais selecionados, o limite de detecção (LD) e método de análise encontram-se na tabela 1. A classificação do IQA considera as categorias, que variam de péssima (≤ 19) a ótima ($79 < IQA \leq 100$) - (CETESB, 2007); e) Interpretação dos resultados analíticos da qualidade das águas, comparando com os limites da Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004 e a Resolução Conama nº 357/2005.

Tabela 1. Parâmetros analíticos, limite de detecção e método de análise.

Parâmetro	Limite de Detecção	Método de Análise
pH	0,1	Potenciométrico
Temperatura (°C)	0,1	Termômetro de mercúrio
Sólidos totais (mg.L ⁻¹)	1,0	Gravimétrico
Turbidez (NTU)	1,0	Turbidimétrico
DBO5 (mg.L ⁻¹)	1,0	Incubação a 20 °C e em 05 dias
Nitrogênio total (mg.L ⁻¹)	1,0	Volumétrico com ácido sulfúrico
Fosfato total (mg.L ⁻¹)	0,01	Espectrofotométrico com ácido ascórbico
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹)	0,1	Winkler modificado
Coliformes fecais e totais (NMP 100 m.L ⁻¹)	Ausente	Tubos múltiplos
Ferro total (mg.L ⁻¹)	0,02	Espectrofotometria de absorção atômica
Manganês total (mg.L ⁻¹)	0,01	Espectrofotometria de absorção atômica
Sulfatos (mg.L ⁻¹)	5	Turbidimétrico

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico do município de Criciúma (IPAT-UNESC, 2008), o território municipal é compreendido por oito microbacias: rios Eldorado e Quarta Linha; Baixo Sangão; Cedro; Criciúma; Medeiros; Maina; Sangão; Linha Anta e Ronco D'água. Por esse motivo, as nascentes foram cadastradas, mapeadas e avaliadas por microbacia, o que possibilitou uma melhor análise da qualidade das águas.

Resultados do Cadastro

Durante o período de julho de 2009 a janeiro de 2010, foram cadastradas 873 nascentes, sendo 158 (18%) na microbacia dos rios Eldorado e Quarta Linha, 136 (16%) na microbacia do Baixo Sangão, 151 (17%) na microbacia do rio Cedro, 78 (9%) na microbacia do rio Criciúma, 37 (4%) na microbacia do rio Medeiros, 46 (5%) na microbacia do rio Maina, 120 (14%) na microbacia do rio Sangão e 147 (17%) na microbacia dos rios Linha Anta e Ronco D'água.

Das 151 nascentes cadastradas na microbacia do rio Cedro (figura 2A), 63% são sem acúmulo e 37% com acúmulo. O uso do solo nas nascentes sem acúmulo foi: 40% (vegetação secundária média a avançada), 29% (agricultura permanente), 18% (pastagem), 8% (secundária inicial), 3% (sem cobertura vegetal) e 2% (agricultura temporária). As nascentes com acúmulo: 54% (pastagem), 21% (vegetação secundária média a avançada), 10% (vegetação secundária inicial), 9% (agricultura permanente), 3% (sem cobertura vegetal) e 3% (agricultura temporária).

Embora parte da microbacia do rio Criciúma (figura 2B) seja ocupada por área urbanizada, foram cadastradas 78 nascentes, sendo 49 (63%) sem acúmulo e 29 (37%) com acúmulo. Essas nascentes encontram-se principalmente junto aos talwegues e às depressões dos Morros Cechinel, Casagrande e do Céu. O uso do solo das nascentes sem acúmulo foi: 41% (vegetação secundária média a avançada), 29% (pastagem), 18% (sem cobertura vegetal), 10% (vegetação secundária inicial) e 2% (agricultura permanente). As nascentes com acúmulo predominaram por: 42% (pastagem), 34% (sem cobertura vegetal), 17% (vegetação secundária média a avançada) e 7% (vegetação secundária inicial).

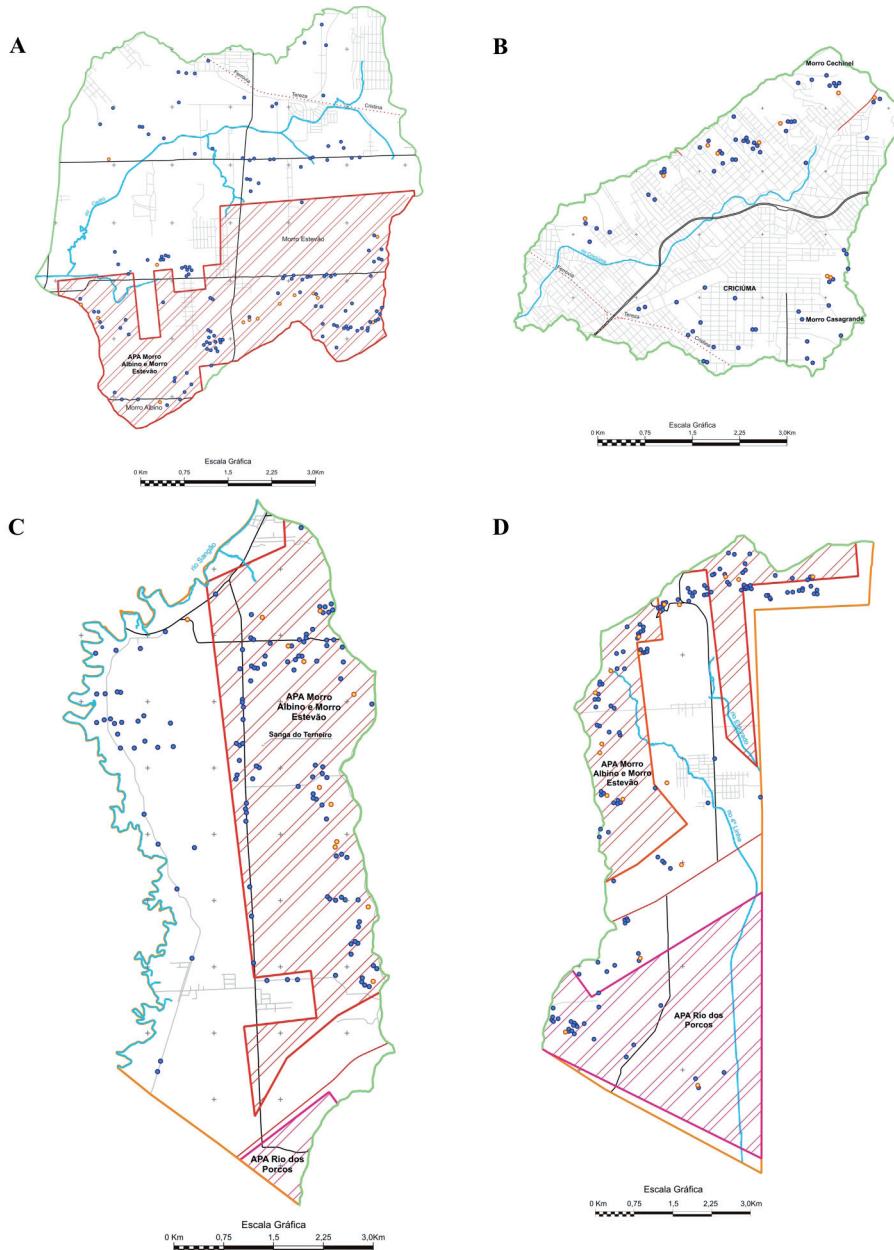


Figura 2. Localização espacial das nascentes cadastradas nas microbacias dos rios Cedro (A), Criciúma (B), Baixo Sangão (C) e Eldorado/Quarta Linha (D). Os pontos de cor vermelha são as nascentes cadastradas com análise, enquanto que as de cor azul são sem análise. As hachuras de cor vermelha nas microbacias dos rios Cedro e Eldorado/Quarta Linha correspondem, em parte, a APA do Morro Estevão e Morro Albino, enquanto que as de cor violeta nos rios Eldorado/Quarta Linha e Baixo Sangão são a APA do Rio dos Porcos.

No Baixo Sangão (figura 2C), foram cadastradas 136 nascentes, sendo 75 (55%) sem acúmulo e 61 (45%) com acúmulo. O uso do solo das nascentes sem acúmulo foi: 35% (pastagem), 33% (vegetação secundária média a avançada), 12% (agricultura permanente), 11% (vegetação secundária inicial), 5% (sem cobertura vegetal) e 4% (agricultura temporária). As nascentes com acúmulo predominaram por: 63% (pastagem), 11% (agricultura temporária), 10% (vegetação secundária média a avançada), 8% (vegetação secundária inicial), 5% (sem cobertura vegetal) e 3% (agricultura permanente).

Nos rios Eldorado e Quarta Linha (figura 2D), foram cadastradas 158 nascentes, sendo 130 (82%) sem acúmulo e 28 (18%) com acúmulo. O uso do solo das nascentes sem acúmulo foi: 52% (agricultura permanente), 29% (pastagem), 13% (vegetação secundária média a avançada), 2% (agricultura temporária), 2% (vegetação secundária inicial) e 2% (sem cobertura vegetal). As nascentes com acúmulo predominaram por: 60% (pastagem), 17% (vegetação secundária média a avançada), 14% (agricultura permanente), 3% (vegetação secundária inicial), 3% (agricultura temporária) e 3% (sem cobertura).

As nascentes cadastradas em áreas de agricultura permanente, principalmente nas microbacias dos rios Cedro, Baixo Sangão e Eldorado/Quarta Linha (figuras 2A, 2C e 2D) são ocupadas com o cultivo de banana e, esporadicamente, com reflorestamento de eucaliptos. Com agricultura temporária, destacam-se os cultivos de batata inglesa e milho. As nascentes em áreas de vegetação secundária média a avançada estão situadas em depressões (declividade > 40%). No caso das nascentes classificadas com acúmulo, estão situadas, geralmente, nas áreas de baixada (banhado) com pastagem, existindo o predomínio de campos ocupados por criação de gado. Cabe destacar que parte das microbacias dos rios Cedro, Linha Anta/Ronco D'água e Eldorado/Quarta Linha é ocupada pela APA (Área de Proteção Ambiental) do Morro Estevão e Morro Albino, onde se encontra boa parte das nascentes sem acúmulo.

Na microbacia do rio Maina (figura 3A), foram cadastradas 46 nascentes, sendo 26 (57%) sem acúmulo e 20 (43%) com acúmulo. O uso do solo das nascentes sem acúmulo foi: 74% (agricultura permanente), 13% (vegetação secundária inicial) e 13% (vegetação secundária média a avançada). As nascentes com acúmulo predominaram por: 45% (agricultura permanente), 25% (pastagem), 25% (sem cobertura vegetal) e 5% (vegetação secundária média a avançada).

Nos rios Linha Anta e Ronco D'água (figura 3B), foram cadastradas 147 nascentes, sendo 54 (37%) sem acúmulo e 93 (63%) com acúmulo. O uso do solo das nascentes sem acúmulo foi predominado por: 55% (pastagem), 39% (vegetação secundária média a avançada), 4% (vegetação secundária inicial) e 2% (agricultura temporária). As nascentes com acúmulo predominaram por: 88% (pastagem), 4% (vegetação secundária média a avançada), 4% (sem cobertura vegetal), 3% (vegetação secundária inicial) e 1% (agricultura permanente).

No rio Medeiros (figura 3C), foram cadastradas 37 nascentes, sendo 11 (30%) sem acúmulo e 26 (70%) com acúmulo. O uso do solo das nascentes sem acúmulo foi: 64% (vegetação secundária média a avançada), 18% (pastagem) e 18% (vegetação secundária inicial). As nascentes com acúmulo predominaram por: 62% (pastagem), 15% (sem cobertura vegetal), 15% (vegetação secundária inicial), 4% (vegetação secundária média a avançada) e 4% (agricultura permanente).

Na microbacia do rio Sangão (figura 3D), foram cadastradas 120 nascentes, sendo 52 (43%) sem acúmulo e 68 (57%) com acúmulo. O uso do solo das nascentes sem acúmulo foi: 54% (pastagem), 15% (sem cobertura vegetal), 13% (vegetação secundária média a avançada), 12% (vegetação secundária inicial), 4% (agricultura permanente) e 2% (agricultura temporária). As nascentes com acúmulo predominaram por: 56% (pastagem), 18% (vegetação secundária média a avançada), 12% (sem cobertura vegetal), 9% (vegetação secundária inicial), 4% (agricultura permanente) e 1% (agricultura temporária).

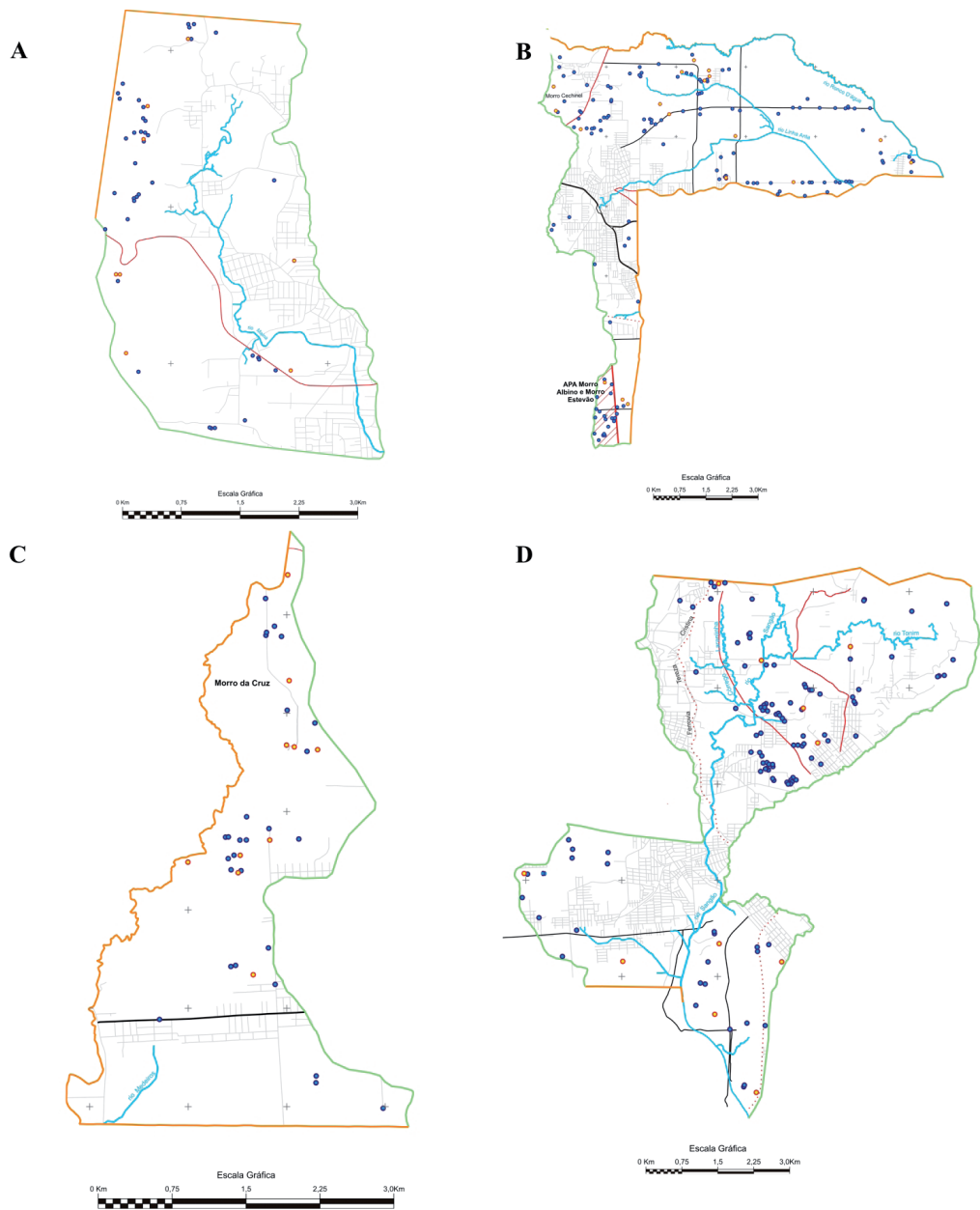


Figura 3. Localização espacial das nascentes cadastradas nas microbacias do rio Maina (A), rios Linha Anta e Ronco D'água (B), rio Medeiros (C) e rio Sangão (D). Os pontos de cor vermelha são as nascentes cadastradas com análise enquanto que as de cor azul são sem análise. A hachura de cor vermelha na porção inferior da microbacia dos rios Linha Anta e Ronco D'água corresponde, em parte, a APA do Morro Estevão e Morro Albinho.

Embora protegidas por leis, observou-se que a APP (Área de Preservação Permanente) (raio de 50 metros) das nascentes continua em aparte, sendo suprimida especialmente pelo avanço desordenado das atividades agropecuárias e pela ocupação urbana, além de indústrias, transgredindo, dessa forma, as legislações vigentes e comprometendo a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos.

Resultados das Análises Físico-Químicas e Microbiológicas

De posse dos dados de levantamento de campo (cadastró e mapeamento), foram definidas 100 nascentes representativas, com relação ao grau de importância para a caracterização físico-química e microbiológica. O critério de escolha considerou o abastecimento doméstico, a distribuição geográfica e a disponibilidade de água (vazão), ou seja, buscou-se representar melhor a qualidade das águas em cada microbacia. O número de pontos amostrados por microbacia foi: 14 no Cedro, 10 em Criciúma, 12 no Baixo Sangão, 18 nos rios Eldorado e Quarta Linha, 8 no rio Maina, 17 nos rios Linha Anta e Ronco D'Água, 11 no Sangão e 10 no rio Medeiros. No entanto, das 100 amostras analisadas, foi possível aplicar a metodologia do IQA em apenas 78, uma vez que as outras 22 indicaram ausência de coliformes fecais (termotolerantes) nas análises microbiológicas. A ausência de coliformes fecais impossibilita o cálculo do IQA.

Os resultados do Índice de Qualidade das Águas aplicado nas 78 amostras analisadas (figuras 4 e 5) indicaram oscilação de aceitável à ótima qualidade. É importante lembrar que esse método não classifica as águas como potável, mas indica uma provável fonte de água para abastecimento público, desde que haja tratamento adequado.

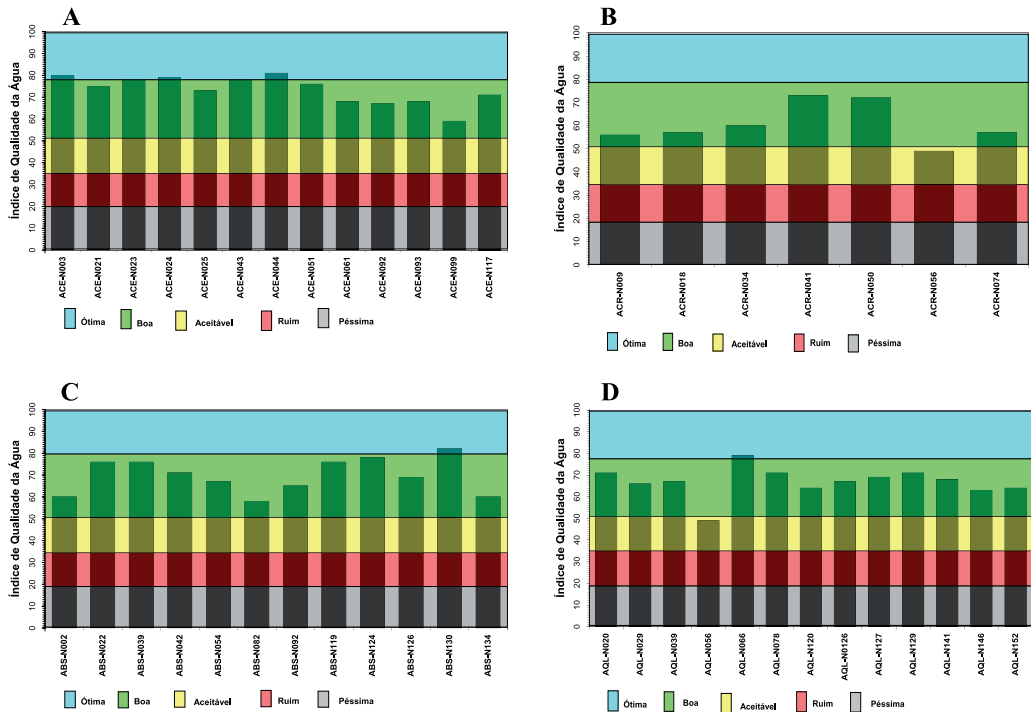


Figura 4. Índice de Qualidade das Águas nas nascentes amostradas nas microbacias do rio Cedro (A), rio Criciúma (B), Baixo Sangão (C) e rios Eldorado e Quarta Linha (D).

De maneira geral, os teores de coliformes fecais totais acima dos limites estabelecidos pela Resolução Conama n° 357/2005, em algumas das amostras analisadas, se devem à criação de animais (bovino, suíno, caprino, aves, etc.), que circulam ou possuem estábulos nas proximidades das nascentes, além do despejo direto de esgoto doméstico de residências localizadas em áreas urbanas e rurais ou de ligação clandestina de esgoto nas redes de drenagem pluvial.

No caso do fósforo, os pontos amostrados, que apresentam concentração acima dos limites da legislação vigente, são oriundos da aplicação de insumos agrícolas (adubos químicos e orgânicos) durante o cultivo, principalmente da banana, batata inglesa e milho. Pequenas oscilações de oxigênio dissolvido foram identificadas em algumas amostras. Essa condição está relacionada ao fato de as águas dos aquíferos (livre e confinado) estarem geralmente em ambiente redutor, o que origina um valor menor desse parâmetro, diferentemente quando amostradas em águas de cursos d'água superficial (ambiente lótico), que se encontram em constante movimento.

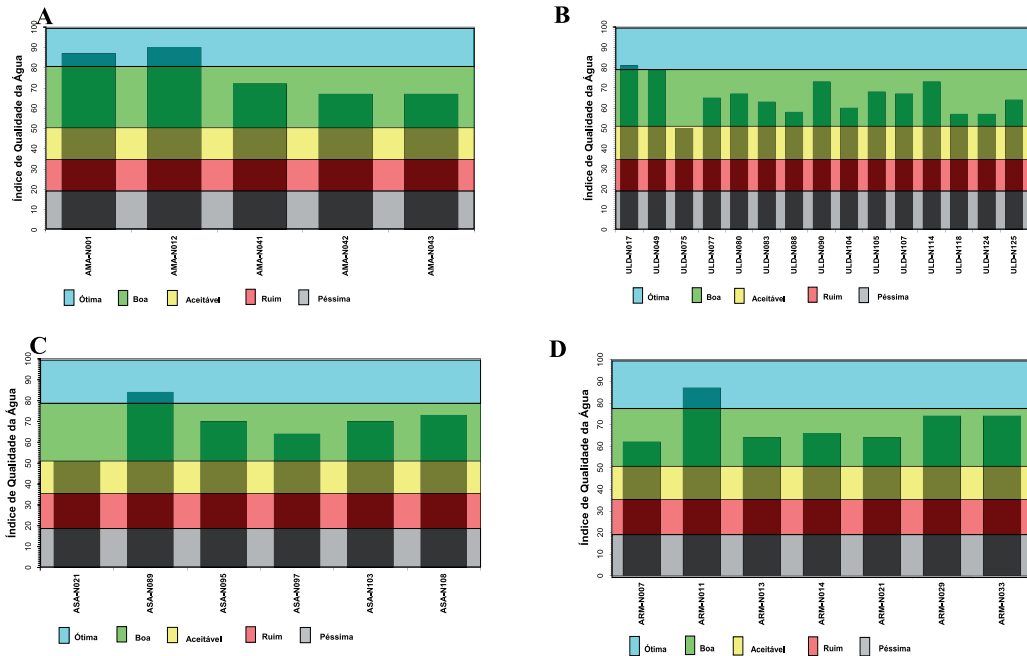


Figura 5. Índice de Qualidade das Águas nas nascentes amostradas nas microbacias do rio Mai-
na (A), rios Linha Anta e Ronco D'água (B), rio Sangão (C) e rio Medeiros (D).

Com relação ao comportamento do ferro e do manganês, sugeridos como indicadores da mineração de carvão (Alexandre e Krebs, 1995; Alexandre, 2000), verificou-se que algumas amostras apresentam concentrações acima dos limites estabelecidos pela Resolução Conama n° 357/2005 e pela Portaria do Ministério da Saúde n° 518/2004. Dentre as microbacias com teores de ferro e manganês acima dos limites da legislação vigente, foram as do rio Cedro, Sangão, Criciúma, Linha Anta e Ronco D'água e Medeiros. As concentrações de ferro variaram de $< 0,02 \text{ mg.L}^{-1}$ a $59,79 \text{ mg.L}^{-1}$, enquanto que para o manganês oscilou de $< 0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ a $5,45 \text{ mg.L}^{-1}$ (considerando as oito microbacias). Acredita-se que a origem do ferro esteja relacionada à característica geológica local, constituída de rochas basálticas, além de origem antrópica proveniente das atividades de manejo do solo. De maneira similar ao ferro, a presença do manganês na forma solúvel está associada à formação rochosa, uma vez que esse elemento, na maioria das vezes, está associado ao ferro (Macêdo, 2004). Os estudos realizados por Dias (1995) e Jungblut (1995) concluíram que as presenças de ferro, manganês e sulfatos nas águas de nascentes têm influência significativa do afloramento do lençol freático, que, em muitos casos, está interligado

com as águas armazenadas nas galerias subterrâneas da mineração de carvão, mineradas em épocas passadas.

As piores condições em termos de qualidade de água foram as nascentes localizadas nas microbacias dos rios Linha Anta e Ronco D'água (ULD-N071, ULD-N075 e ULD-N077), rio Sangão (ASA-N094) e rio Criciúma (ACR-N009), uma vez que apresentam teores significativos de metais (Fe e Mn), Fósforo, Sulfatos, Sólidos Totais, Coliformes Fecais e Turbidez, além de baixo pH. Nas amostras ULD-N071, ULD-N075 e ULD-N077, os teores de Fe variaram de 0,46 mg.L⁻¹ a 5,23 mg.L⁻¹, Mn de 0,06 mg.L⁻¹ a 0,15 mg.L⁻¹, coliformes fecais totais 1300 a 16000 NMP/100 mL e pH 5,3 a 6,9, enquanto que na nascente ASA-N094, registrou-se teores de Fe (37,07 mg.L⁻¹), Mn (5,45 mg.L⁻¹), sólidos totais (1324 mg.L⁻¹) e sulfatos (750 mg.L⁻¹). Na amostra ACR-N009 (microbacia do rio Criciúma), registrou-se teores de Fe (59,79 mg.L⁻¹), Mn (1,27 mg.L⁻¹), sólidos totais (596 mg.L⁻¹), turbidez (162 mg.L⁻¹) e fosfato (0,74 mg.L⁻¹).

De acordo com Dias (1995), Jungblut (1995) e IPAT-UNESC (2007), as nascentes que drenam suas águas para os rios Linha Anta e Ronco D'água recebem ao longo do caminho a contribuição da lixiviação de antigas áreas de mineração de carvão em subsolo e de depósitos de rejeito. Durante as atividades de lavra e beneficiamento, em épocas passadas, era comum o uso principalmente de rejeito piritoso como base de estradas, construção de loteamentos e aterros em áreas de brejos e banhados.

Situação similar ocorre em algumas porções das microbacias dos rios Sangão e Criciúma, uma vez que a qualidade das águas de alguns contribuintes desses dois rios é bastante alterada após entrar em contato com áreas onde no passado se desenvolveram a mineração e o beneficiamento de carvão. Associado a essa condição, é comum presenciar o lançamento irregular de esgotos domésticos e efluentes químicos de indústrias nos contribuintes desses dois rios.

CONCLUSÕES

Durante os trabalhos de campo foram identificadas 873 nascentes, sendo 158 nascentes nas microbacias dos rios Eldorado/Quarta Linha, 136 do Baixo Sangão, 151 no rio Cedro, 78 no rio Criciúma, 37 no rio Medeiros, 46 no rio Maina, 120 no rio Sangão e 147 nos rios Linha Anta e Ronco D'água. Em função do período de cadastramento ter sido realizado num curto prazo (julho de 2009 a janeiro de 2010), não abrangendo o ciclo hidrológico completo, podem ter ocorrido falhas na identificação de nascentes, principalmente as intermitentes, uma vez que elas aparecem em períodos de maior incidência pluviométrica.

De modo geral, a metodologia do IQA apontou resultados de qualidade de água das nascentes de aceitável a ótima qualidade. Porém, tal método de analogia não classifica as águas como potável, mas indica uma provável fonte de água para abastecimento público, desde que haja tratamento adequado.

Os resultados de ferro e de manganês de algumas amostras analisadas indicam concentrações acima dos limites estabelecidos pela Resolução Conama n° 357/2005 e pela Portaria do Ministério da Saúde n° 518/2004. Acredita-se que uma possível origem do ferro e do manganês esteja relacionada à característica geológica local, constituída de rochas basálticas, além de origem antrópica proveniente das atividades de manejo do solo. As concentrações de coliformes fecais totais nas amostras identificadas acima dos limites estabelecidos da Resolução Conama n° 357/2005 devem-se a problemas relacionados à criação de animais domésticos, em especial ao gado e às aves, que circulam ou possuem estábulos e aviários nas proximidades das nascentes, além do despejo de esgoto doméstico de residências em áreas rurais e urbanas ou de redes de drenagem pluvial que recebem clandestinamente esgoto doméstico.

No caso dos teores de fósforo identificados em algumas nascentes acima do permitido pela legislação, deve-se ao uso intensivo de insumos agrícolas (adubos químicos e orgânicos - cama de aves), nas plantações de batata inglesa, milho e banana, principalmente nas áreas de maior declividade localizadas nas encostas das microbacias do rio Cedro, Baixo Sangão, Maina, Medeiros e Eldorado/Quarta Linha.

Embora as nascentes tenham sido classificadas e agrupadas obedecendo à hierarquização do tipo (sem e com acúmulo inicial) e uso do solo (agricultura permanente, agricultura temporária, vegetação secundária inicial, vegetação secundária média a avançada, pastagem e sem cobertura vegetal), algumas possuem características específicas, principalmente em termos de qualidade de água. Nas nascentes que apresentaram grau de degradação ambiental avançado, faz-se necessária uma investigação mais apurada durante um ciclo hidrológico. Quando se avalia a qualidade das águas das nascentes com acúmulo e sem acúmulo, verifica-se que não há grande variação em termos analíticos, embora as nascentes com acúmulo, em sua maioria, sejam oriundas da formação de açudes, lagoas, banhados e brejos.

Recomenda-se que as nascentes utilizadas para abastecimento doméstico, principalmente aquelas situadas nas proximidades de áreas de cultivo de banana, batata inglesa e milho, devem ser monitoradas periodicamente, considerando os parâmetros físico-químicos e microbiológicos definidos pela Portaria do Ministério da Saúde n° 518/2004, em especial aos parâmetros da lista de agrotóxicos.

REFERÊNCIAS

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1987. NBR 9897: **Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores - Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 14p.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. 1987. NBR 9898: **Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores - Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 22p.
- ALEXANDRE, N. Z.; KREBS, A. S. J. 1995. **Programa de Informações Básicas para Gestão Territorial de Santa Catarina (PROGESC)**: Qualidade das águas superficiais do Município de Criciúma, SC. Relatório Final, Série de Recursos Hídricos, v. 6. Porto Alegre: CPRM, 61 p.
- ALEXANDRE, N. Z. 2000. **Análise integrada da qualidade das águas da Bacia do Rio Araranguá (SC)**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, 298p.
- BRASIL. Resolução Conama n° 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação. Disponível em: <<http://www.ipef.br/eventos/2009/codigoflorestal/CONAMA-res2002-303.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2009.
- BRASIL. Portaria do Ministério da Saúde n° 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.agrolab.com.br/portaria%20518_04.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2011.
- BRASIL. Resolução Conama n° 357, de 17 de Agosto de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/praias/res_conama_357_05.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2011.
- BRASIL. Resolução Conama n° 004, de 18 de setembro de 1985. Atribui as reservas ecológicas as formações florísticas e as áreas de florestas de preservação permanente mencionadas. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res85/res0485.html>>. Acesso em: 13 jan. 2011.
- CALHEIROS, R. O. et al. 2004. Preservação e Recuperação das Nascentes. Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ (Piracicaba, Capivari e Jundiá) – CTRN. Disponível em: <<http://saf.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/CartilhaNascentes.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2011.

- CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 2007. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo: Anexo III - Índice de Qualidade das Águas. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/media/Files/Agua/relatorios/rios/rel_aguas_int_2007/anexoIII.zi> Acesso em: 28 nov. 2010.
- DIAS, A. A. 1995. **Programa de informações básicas para gestão territorial de Santa Catarina (PROGESC)**: geologia do município de Criciúma (Série Cartas Temáticas, v. 23). Porto Alegre: CPRM, 11 p.
- JUNGBLUT, M. 1995. **Programa de informações básicas para gestão territorial de Santa Catarina (PROGESC)**: pedologia do município de Criciúma (Série Cartas Temáticas, v. 14). Porto Alegre: CPRM, 24 p.
- IPAT-UNESC, Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - Universidade do Extremo Sul Catarinense. 2007. **Insumos para revisão do Plano Diretor do Município de Criciúma**. Relatório Final. Criciúma, 235 p.
- IPAT-UNESC, Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - Universidade do Extremo Sul Catarinense. 2008. **Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico do Município de Criciúma, SC**: diagnóstico socioeconômico. Criciúma, 54 p.
- LINSLEY, R. K.; FRANZINI, J. B. 1978. **Engenharia de Recursos Hídricos**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, EdUSP, 798 p.
- LOUREIRO, B. T. 1983. Águas subterrâneas. Irrigação: produto com estabilidade. **Informe Agropecuária**, 9(100):48-52.
- MACÊDO, J. A. B. 2004. **Águas & Águas**. 2. ed. São Paulo: Varela, 977 p.
- PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. 2008. Gestão de bacias hidrográficas. **Revista de Estudos Avançados**, 22(63):43-60.
- SDM. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. 1997. Plano de gestão e gerenciamento da Bacia do Rio Araranguá: zoneamento da disponibilidade e da qualidade hídrica: Cadastro Geral de Irrigantes (Volume VII). Disponível em: <<http://www.aguas.sc.gov.br/sirhsc/baixararquivo.jsp?id=113&NomeArquivo=VOL7.pdf>> Acesso em: 15 fev. 2011.
- SCHRRER, M. et al. 2006. Urbanização e gestão do litoral centro-sul do estado de Santa Catarina. Desenvolvimento e Meio Ambiente. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/51169016/Scherer-et-al-2006>>. Acesso em: 26 jan. 2011.
- SANTOS, A. R. 2001. As APPs associadas a nascentes: o que é uma nascente? Como identificá-la? Disponível em: <<http://www.portaldomeioambiente.org.br/index.php>>. Acesso em: 20 out. 2010.