

## OS IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA EXPLORAÇÃO DO AQUÍFERO KARST NA REGIÃO DE COLOMBO/PR

Regyane Rodrigues de Andrade<sup>13</sup>

Ivanna Mariano

João Victor Pacheco Gomes<sup>14</sup>

### RESUMO

O Aquífero Karst situado principalmente na região Metropolitana de Curitiba, sua exploração ocorre através de poços e a água é utilizada para abastecimento doméstico, agricultura e criação de animais. Os moradores da região alegam que a retirada da água está tem causado problemas estruturais, enquanto, os empresários afirmam que os problemas citados pelos moradores não têm relação com a extração de água do subsolo. Diante dessa dualidade, neste trabalho realizou-se a espacialização e uma análise multitemporal, com base em dados de sensoriamento remoto e ferramentas de SIG, para identificar se os impactos possuem relação com a exploração do aquífero. Os resultados mostram que a exploração excessiva tem causado maior impacto na região.

**Palavras-chave:** Aquífero Karst; Colombo; Impactos; Análise multitemporal.

### ABSTRACT

The Karst aquifer located mainly in the metropolitan region of Curitiba, its exploitation occurs through wells and the water is used for domestic supply, agriculture and animal husbandry. Residents in the region claim that water withdrawal is causing structural problems, while business owners say that the problems cited by residents are unrelated to the extraction of water from the subsoil. Given this duality, spatialization and multitemporal analysis, based on remote sensing data and GIS tools, were carried out to identify if the impacts are related to the exploitation of the aquifer. The results show that over-exploitation has caused the greatest impact in the region.

**Keywords:** Karst aquifer; Colombo; Impacts; Multitemporal analysis.

---

<sup>13</sup> Regyane Rodrigues de Andrade (regyane.andrade@hotmail.com) e Ivanna Mariano (ivanna.mariano35@gmail.com) são graduandos do curso de Licenciatura em Geografia da UNIANDRADE.

<sup>14</sup> Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná (joavictorpac@gmail.com).

## INTRODUÇÃO

Aquífero é toda formação geológica em que a água pode ser armazenada e que possua permeabilidade suficiente para permitir a sua movimentação. Vê-se, portanto, que para armazenar um aquífero, uma rocha ou sedimento tem que possuir porosidade suficiente para armazenar água, e que estes poros ou espaços vazios tenham dimensões suficientes para permitir que a água possa passar de um lugar a outro, sob a ação de um diferencial de pressão hidrostática (IAP - Instituto das Águas do Paraná). O Brasil com sua grande extensão, possui abundância hídrica com enormes concentrações de reservatórios, os principais são: Guarani, Alter do Chão, Cabeças, Urucaia e Furnas. Nos últimos tempos, com o surgimento da preocupação em relação a escassez de água doce potável, como solução provisória desenvolveu-se vários estudos referente a exploração de águas subterrâneas e perceberam que era possível utilizar das águas do aquífero para abastecer grandes cidades.

Na região Metropolitana de Curitiba, capital Paranaense, encontra-se o Aquífero Karst com 5740 km<sup>2</sup> de extensão que abrange os municípios de Campo Magro, Almirante Tamandaré, Itaperuçu, Rio Branco do Sul, Colombo, Bocaiuva do Sul, Cerro Azul, Tunas do Paraná, Doutor Ulisses e Adrianópolis, além de Castro e Ponta grossa. Desde 1992 a Companhia de Saneamento Básico do Paraná, mais conhecida como Sanepar, trabalha com a tentativa de explorar o aquífero para abastecer a Capital e as regiões metropolitanas, atualmente a empresa tem 34 poços espalhados entre alguns dos municípios.

Os moradores dessas cidades, principalmente em Colombo, estão abrindo processos na Justiça, alegando que a extração de água subterrânea está trazendo problemas para a população como a desestruturação de suas residências, o desnivelamento das paredes, que começam trincando, evoluem para rachaduras e depois passam para a desestabilização total da estrutura, gerando dificuldades para fechar janelas e portas ou podendo chegar ao total desmoronamento, o chão fica oco, e em alguns casos formando grandes buracos. A população convive diariamente com esses transtornos e além disso sofrem com a desvalorização de seus imóveis, pois diante desses problemas estruturais, nenhum comprador se interessa em finalizar negócio.

Se a retirada de água do aquífero está sendo inadequada, então é possível que esse seja o motivo dos problemas causados na região de Colombo. O artigo tem como objetivo através da espacialização da região de exploração do recurso mineral em Colombo, fazer

uma análise multitemporal dos impactos causados na região e compreender se são causas naturais ou ação antrópica.

## REFERENCIAL TEÓRICO

O Aquífero Karts com 5740 km<sup>2</sup> de extensão que abrange os municípios de Campo Magro, Almirante Tamandaré, Itaperuçu, Rio Branco do Sul, Colombo, Bocaiuva do Sul, Cerro Azul, Tunas do Paraná, Doutor Ulisses e Adrianópolis, além de Castro e Ponta grossa, conforme mostra a imagem abaixo:

Figura 1 – localização total do Aquífero Karts



FONTE: LOPES, José Marcos (2009)

## ÁREA DE ESTUDO

A área investigada no presente artigo, é a de Colombo, município de Curitiba que se encontra na região metropolitana norte a 19km de capital, sua área de extensão total é de 197,360 km<sup>2</sup>, com uma população total de 212.967 pessoas, que utilizam de 66.408 unidades de atendimento da Sanepar para suprir o abastecimento de água (IBGE, 2010).

A região colombense é composta por feições geomorfológicas caracterizadas por um relevo bastante rebaixado, alternando com relevo energético, com rampas de elevada declividade e cristas alongadas, derivadas do modelado sobre rochas metamórficas silicáticas. Nas áreas de rochas carbonáticas pode-se diferenciar no relevo de dolinas, poljes e outros elementos típicos.

Figura 2 – Área de Estudo – Localização de Colombo



FONTE: HINDI, Eduardo Chemas - XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas

A Bacia Hidrográfica tem como rio principal o Rio Ribeira, resultado da união dos Rios Ribeirinha e Açungui. A vegetação apresenta áreas de matas secundárias com formações de capoeiras, pastagens, reflorestamento com Bracatinga. Os solos são de origem sedimentar resultante principalmente de rochas calcárias (WONS, 1994). E o Clima Subtropical, onde a cidade está sempre úmida com clima pluvial quente-temperado, chuvas regulares todos os meses do ano, pluviosidade média de 1350 a 1480

mm de chuva anual e umidade relativa do ar variando de 76 a 82% (CARTE – COLOMBO, 1998).

O município de Colombo, destaca-se por sua localização privilegiada, sendo um importante centro gerador de mão-de-obra para os serviços, indústrias e comércio da capital. É uma mistura de etnias, com uma rica e vasta diversidade cultural. Essa região apresentou a maior taxa de crescimento dentre as capitais brasileiras nas duas últimas décadas. O crescimento da população de maneira desordenada, ocorreu principalmente pelos motivos de ser uma cidade próxima de Curitiba, lotes baratos, transporte coletivo e a exploração mineral ao longo da Rodovia dos Minérios. O adensamento demográfico, por sua vez, faz com que rapidamente sejam atingidos os limites de suporte físico das áreas ocupadas, estabelecendo cada vez mais o decréscimo da qualidade de vida destas populações.

Com o aumento da população, gerou-se maior demanda por abastecimento hídrico e as empresas começaram a extrair águas subterrâneas. Com base em Eduardo Chemas Hindis, em seu artigo diz que “a exploração do aquífero cárstico foi levada a efeito sem considerar as possibilidades de ocorrência de acidentes geotécnicos ou ambientais, apesar dos precedentes ocorridos em Almirante Tamandaré-PR, cidade vizinha situada a cerca de 12 km de Colombo”.

Segundo (KRUGER 2013, p 9) a falta de uma legislação de parcelamento do solo e legislação ambiental favoreceram a ocupação de áreas de fragilidade do Karst. O município recebeu um grande número de pessoas que passaram a ocupar áreas irregularmente, provocando um agravamento das questões sociais e ambientais (ARAÚJO 2005, p 20). Por causa de moradias irregulares, nem todos os domicílios do município possuem rede de esgoto, gerando além da retirada em excesso de água a contaminação do Aquífero.

Foram registrados vários casos de subsidência e colapsos de terreno que causaram avarias em aproximadamente 20 residências e depressões e rachaduras nas estradas que atravessam a região. No entanto, o secamento de fontes e das drenagens alimentadas por elas configura o impacto de maior expressão, não só pelas consequências ambientais como também, econômicas, já que essas águas são utilizadas para irrigação e, em menor escala, para piscicultura (HINDE, Eduardo Chemas).

As regiões cársticas, são áreas instáveis do ponto de vista geotécnico e a exploração de águas subterrâneas, sem o conhecimento adequado das características hidrogeológicas do sistema aquífero, pode causar subsidências ou colapsos do terreno com

perdas materiais e humanas, rebaixamento do nível de água subterrânea ao longo dos anos, diminuindo a produção dos poços e reduzindo a umidade do solo, com reflexos na vegetação natural ou cultivada e, interferência em mananciais de superfície perturbando os ecossistemas relacionados.

A retirada do recurso mineral é feita sem autorização do órgão ambiental competente e resulta em dano ao patrimônio espeleológico. O Ibama seria o órgão responsável pelo licenciamento, pois o Karst é um reservatório subterrâneo de água e o artigo 20 da Constituição Federal diz que “as cavidades naturais subterrâneas” são patrimônio da União. Segundo dados da Sanepar, a água extraída do Aquífero abastece aproximadamente 188 mil pessoas na RMC.

Tabela 1 - Consumo de água superficial e subterrânea

Município	Total (m <sup>3</sup> /mês)	Água Superficial		Aquífero Carste	
		m <sup>3</sup> /mês	%	m <sup>3</sup> /mês	%
Colombo	1.188.691	322.704	27	865.987	73

FONTE: SANEPAR (2002)

A Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) tem um prazo de cinco anos para desativar os cinco poços de exploração do Aquífero Karst.

Os aquíferos cársticos resultam de processos complexos envolvendo fatores litológicos, geomorfológicos, biológicos e climáticos, que causam mudanças nas características hidrogeológicas primárias da rocha tais como, porosidade e condutividade hidráulica. Nesse tipo de aquífero, o armazenamento e fluxo da água ocorrem nos condutos formados pela circulação da água enriquecida em dióxido de carbono que dissolve a rocha carbonática ao longo das superfícies de fraturas e de acamamento.

As fontes cársticas dessas bacias são perenes e têm descarga pouco variável ao longo do tempo. O bombeamento de poços interfere, em certos casos, na descarga natural das fontes situadas nas suas proximidades podendo, também, acelerar o rebaixamento do nível de água do aquífero freático sotoposto às rochas carbonáticas.

O principal processo de recarga do aquífero cárstico é por infiltração difusa (autogênica e alogênica) da precipitação atmosférica através do manto de intemperismo. O intervalo de tempo decorrido entre a precipitação e a variação do nível da água no aquífero é relativamente curto sendo, em média de 45 a 75 dias na bacia.

O sobre rebaixamento do nível da água no aquífero, seja por bombeamento excessivo ou pela proximidade de barreiras negativas, modifica o equilíbrio potenciométrico do aquífero, causando subsidência do terreno devido a diminuição da pressão neutra no solo ou, caso ocorra o carreamento de material de preenchimento das cavidades subterrâneas, colapsos de terreno. Além dos problemas geotécnicos causados pelo bombeamento dos poços, as interferências negativas na descarga das fontes afetam os agricultores que necessitam da água para irrigação, criação de animais e abastecimento doméstico.

A longo prazo, tais interferências poderão causar danos irreparáveis ao ecossistema associado à rede de drenagem alimentada por uma determinada fonte. Um efeito ainda mais perigoso do bombeamento de poços, é a inversão de fluxo na fonte, que passa a ser um canal de infiltração direta de água superficial para o aquífero sem que ocorra qualquer processo depurado.

## **METODOLOGIA**

A metodologia aplicada para a elaboração desse artigo pode ser considerada em duas partes. A primeira visou às pesquisas bibliográficas, obtidas através de pesquisas como documentos e artigos sobre o Karst realizados por geógrafos, geólogos, advogados, órgãos públicos como a SANEPAR, ANA, IAP, entre outros e também com análises de demais publicações da região. Os estudos tiveram como finalidade, formar um embasamento teórico sobre a exploração do Aquífero Karst em caráter regional, mas principalmente local, com o objetivo de alcançar informações para a análise multitemporal do espaço e perceber se a retirada do recurso é o motivo das rachaduras, buracos e desmoronamentos de construções na cidade de Colombo. Escolheu-se o bairro Fervida como estudo de caso, pois foi bastante citado nas referidas publicações, além de ter ocorrido nessa região uma intensa mobilização social dos moradores em função dos impactos ambientais como surgimento de dolinas e rachaduras nas edificações.

A segunda parte visou a elaboração de materiais, a partir das informações coletadas na primeira etapa, que demonstrassem visualmente se houve ou não alteração na paisagem com a exploração do Aquífero Karst. Foi utilizado o software QGIS para a elaboração de mapa temático de relevo e os metadados do IBGE 2000 e 2010, onde foi possível localizar dois pontos cotados em datas diferentes. O período dos dados do IBGE

para análise foi determinado mediante a disponibilidade dos mesmos no portal do Instituto.

Para elaboração do mapa temático, buscou-se metadados em que fosse encontrado a elevação dos terrenos em datas diferentes. O primeiro passo foi fazer download do Shapefile do Estado do Paraná do censo de 2000 e 2010, encontrados no site do IBGE, em seguida demarcou-se o Município de Colombo como polígono e para facilitar a visualização e compreensão adicionou-se imagens de satélite fornecida pelo Google, pois nelas contém nomes de ruas, bairros e mapa físico do local, com relevo.

Os metadados de senso de períodos diferentes foram sobrepostos e para demarcação dos pontos cotados, utilizou-se do complemento “Elevation” do QGIS, que possibilitou modelos de elevação de elevação a partir dos dados disponíveis. Percebeu-se que existia uma diferença nos valores altimétricos entre os dados do IBGE de 2000 e de 2010, com um decréscimo de um para o outro, respectivamente. Considerando a metodologia implementada pelo IBGE e disponível nos metadados, não foi realizada nenhuma correção pois, considerou-se que os dados já haviam passado por um ajustamento prévio. A variação altimétrica pode ser dada por alterações geomorfológicas, de modo que essa diferença foi incorporada no processo.

## **RESULTADOS**

Por meio de pesquisas bibliográficas percebe-se que encontramos diversas formas de análises para abordar o tema, por exemplo com entrevistas, cálculos topográficos, análise do solo, do relevo, das bacias hidrográficas e entre outros fatores, em busca de entendermos se a causa dos problemas é a extração irregular de água subterrânea.

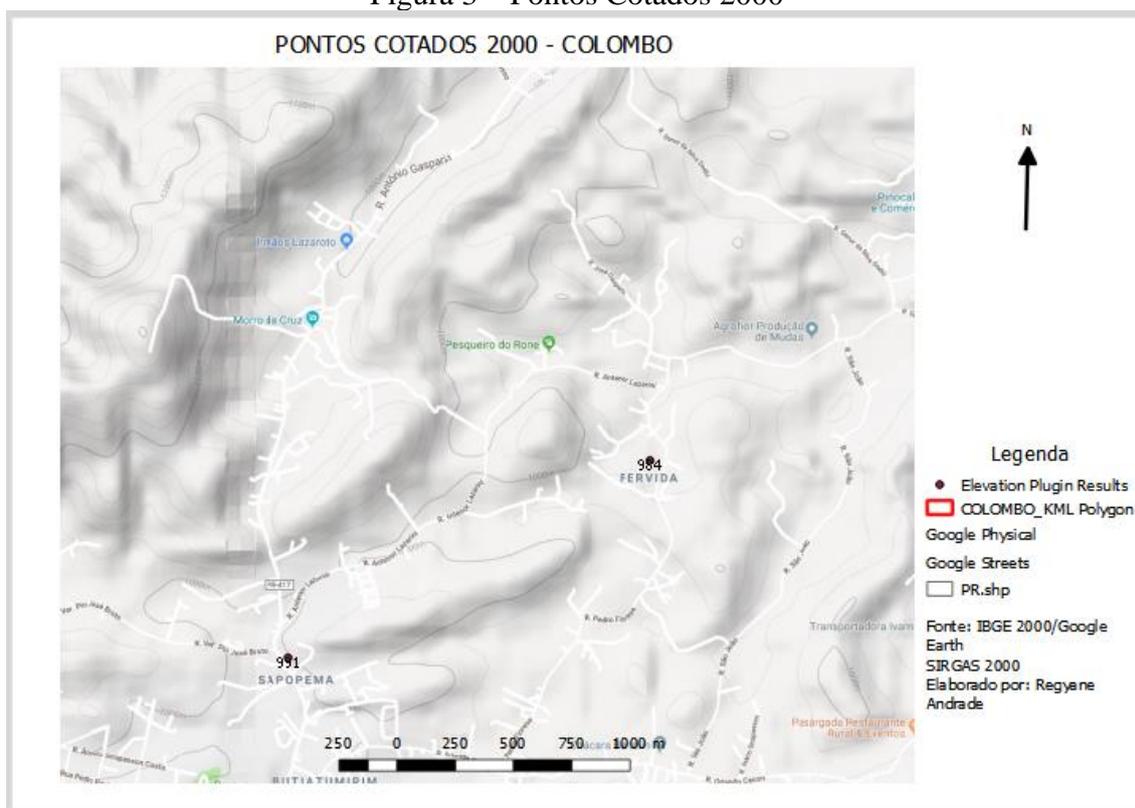
Com a análise de revistas e jornais nota-se a insatisfação da população que sofre com as rachaduras e desmoronamentos e que havia um conflito entre agricultores, órgãos públicos e população, pois cada um apontava seus motivos para a exploração, mas nenhum assumia a irregularidade.

Para amenizar o conflito, a DALCON ENGENHARIA aponta que foi criado a Câmara Técnica do Aquífero Karst de Colombo, formada por agricultores, geólogos, advogados, ambientalista, representantes da SANEPAR, representantes dos órgãos públicos e da Prefeitura de Colombo, com o objetivo de acompanhar os estudos de impacto ambiental e facilitar a comunicação entre os envolvidos, funcionando como

fórum de discussões. Com essa medida os problemas foram amenizados e a exploração moderada.

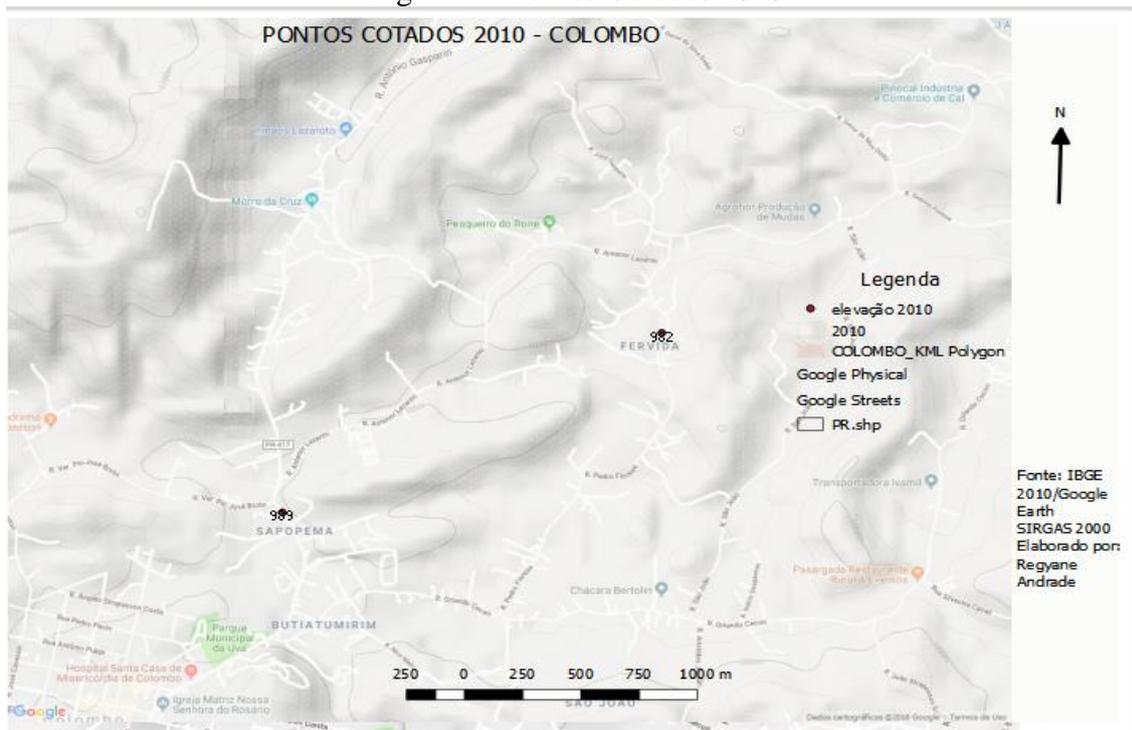
Após os estudos bibliográficos, reuniu-se dados vetoriais disponíveis no site do IBGE, e gerou-se uma representação do relevo de Colombo multitemporal, considerando os bairros de Fervida e Sapopema, pois são os principais distritos citados em reportagens, ações judiciais e artigos sobre o tema.

Figura 3 – Pontos Cotados 2000



FONTE: Os autores (2018)

Figura 4 – Pontos Cotados 2010



FONTE: Os autores (2018).

Na figura 3, verifica-se que em Sapopema em 2000 a elevação territorial do ponto em consideração era 991 e em Fervida era de 984. Na figura 4, de 2010 a elevação do terreno em Sapopema está em 989 e em Fervida é de 982. Isso demonstra que houve sim uma diminuição no valor de elevação do terreno em comparação ao ano de 2000.

E através das pesquisas bibliográficas, conforme consta no desenvolvimento do trabalho, há muitos apontamentos de que a causa dos problemas da região está sendo agravado com o uso e a alta exploração e que além das rachaduras, há também a contaminação e a exterminação do recurso.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Aquífero Karst tem um grande potencial para abastecimento público de água. A exploração do aquífero tem sido justificada pelas administrações públicas e pela Sanepar, em vista da necessidade de abastecer a população de Colombo. Com isso o Aquífero começou a ser explorado, houve criação de poços, utilização da água para abastecimento doméstico, agricultura e criação de animais de forma irregular causando impactos ambientais.

A atividade exagerada gera o rebaixamento do nível do solo, pois os poros do solo que antes ocupado por cutículas de água, agora fica ausente desse líquido ficando livres, com a alta pressão exercida sobre o solo, tudo que está na superfície entra em colapso e acarreta no desmoronamento. Suas consequências foram visíveis com rachaduras nas ruas e paredes das moradias, desabamentos em construções na região, riscos de rebaixamento ou desabamento do solo, secamento ou diminuição da vazão das fontes e riachos da região, diminuição de água disponível para produção agropecuária. Além disso, poucas medidas têm sido tomadas contra a contaminação do aquífero, pois a região não possui rede de esgoto e a utilização de agrotóxicos na maioria das lavouras pode levar ao comprometimento das águas ao longo dos anos.

Nota-se que as utilizações da água do Aquífero ocorrem de maneira desorganizada sem critérios técnicos adequados e sem planejamento, e prejudica e acarreta acidentes geológicos, como a subsistência e colapsos de solo e rocha, degradam áreas e poluem aquíferos, pois o carste é um grande armazenador de água.

---

## REFERÊNCIAS

COMEC – GOV /PR – Arquivos dados de Colombo /PR

[http://www.comec.pr.gov.br/arquivos/File/Municipios\\_RMC/Colombo.pdf](http://www.comec.pr.gov.br/arquivos/File/Municipios_RMC/Colombo.pdf)

DALCON ENGENHARIA. Estudo de Impacto Ambiental da Exploração do Aquífero Karst no Município de Colombo Sede e Fervida. SANEPAR. Curitiba, 2002.

FOLHA DE LONDRINA – Notícias – Famílias esperam indenização

[www.folhadelondrina.com.br/cadernos-especiais/metropolitana-familias-esperam-indenizacao-609811.html](http://www.folhadelondrina.com.br/cadernos-especiais/metropolitana-familias-esperam-indenizacao-609811.html). Acesso em: 18 de julho de 2018.

HINDI, E. C. Caracterização Hidroquímica e Hidrogeológica das fontes cársticas das bacias dos rios Tumiri, Água Comprida, Fervida e das Onças – Colombo, PR.

IAP - Instituto das Águas do Paraná. Diagnóstico Rec Hídricos e Ecossistemas

Aquáticos IV. Disponível em:

[www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA\\_RIMA/baciapiquiri/g\\_V\\_Diagnostico\\_Rec\\_Hidricos\\_e\\_Ecossistemas\\_Aquaticos\\_IV.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA_RIMA/baciapiquiri/g_V_Diagnostico_Rec_Hidricos_e_Ecossistemas_Aquaticos_IV.pdf) . Acesso em 22 de novembro de 2018.

IBGE. Panorama da Cidade de Colombo, 2010. Disponível em: [cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/colombo/panorama](http://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/colombo/panorama) >

LOPES, José Marcos, “Irregularidades na exploração de aquífero”. Gazeta do Povo, 2009. [www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/pf-apura-irregularidades-na-exploracao-de-aquifero-bj22w5w9uuwvx1jasvmj9l26m/](http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/pf-apura-irregularidades-na-exploracao-de-aquifero-bj22w5w9uuwvx1jasvmj9l26m/).

Acesso em: 14 de setembro de 2018.

MARCOS SCHNEIDER- 2004 - Aquífero Carste no Distrito de Fervida no Município De Colombo/PR – evidências sobre a qualidade das águas e vulnerabilidade ambiental

RATTON, E. et al. Estudo da infiltrabilidade e da disponibilidade de água dos principais solos do Karst - Paraná. inédito do terreno devido à exploração de aquífero cárstico na Região Metropolitana de Curitiba.

SANEPAR – Companhia Paranaense de Saneamento. Relatório de Produção. Curitiba: 2002.

TRIBUNA PR - Notícias – Rachaduras Colombo

[www.tribunapr.com.br/noticias/parana/rachaduras-continuam-aparecendo-em-colombo/](http://www.tribunapr.com.br/noticias/parana/rachaduras-continuam-aparecendo-em-colombo/)

Acesso em: 14 de setembro de 2018.

WONS, I. Geografia do Paraná. Editora Ensino Renovado. Curitiba, 1994.