

GEOLOGIA AMBIENTAL:

Tecnologias para o desenvolvimento sustentável - Vol. 1

Eduardo de Lara Cardozo
(Organizador)



Eduardo de Lara Cardozo
(Organizador)

**GEOLOGIA AMBIENTAL: TECNOLOGIAS PARA O
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Atena Editora
2017

2017 by Eduardo de Lara Cardozo

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Edição de Arte e Capa: Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto (UFPEL)

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho (UnB)

Prof. Dr. Carlos Javier Mosquera Suárez (UDISTRITAL/Bogotá-Colombia)

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior (UEPG)

Prof. Dr. Gilmei Francisco Fleck (UNIOESTE)

Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza (UEPA)

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa (FACCAMP)

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior (UFAL)

Profª Drª Adriana Regina Redivo (UNEMAT)

Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall'Acqua (UNIR)

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson (UTFPR)

Profª Drª Ivone Goulart Lopes (Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatric)

Profª Drª Lina Maria Gonçalves (UFT)

Profª Drª Vanessa Bordin Viera (IFAP)

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

G345

Geologia ambiental: tecnologias para o desenvolvimento sustentável /
Organizador Eduardo de Lara Cardozo. – Ponta Grossa (PR):
Atena Editora, 2017.

297 p. : 57.346 kbytes – (Geologia Ambiental; v. 1)

Formato: PDF

ISBN 978-85-93243-39-4

DOI 10.22533/at.ed.3940809

Inclui bibliografia.

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Geologia ambiental. 3. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Cardozo, Eduardo de Lara. II. Título. III. Série.

CDD-363.70

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

2017

Proibida a reprodução parcial ou total desta obra sem autorização da Atena Editora

www.atenaeditora.com.br

E-mail: contato@atenaeditora.com.br

Apresentação

Notícias como deslizamentos de encostas, regiões alagadas e ocupações irregulares sempre vêm à tona. E quando ocorrem, normalmente trazem junto a esses fatos, prejuízos econômicos e infelizmente anúncios relacionados à perda de vidas.

Alguns exemplos desses processos são recentes, como o caso do deslizamento de uma encosta em Angra dos Reis em 2010, onde houveram vítimas fatais, outro caso que chamou muito a atenção foi o rompimento, em 2015, de uma barragem de rejeitos no município de Mariana (Minas Gerais), bem como alagamentos em várias regiões brasileiras, são frequentemente divulgadas. Questões ambientais que ocorrem naturalmente, porém com o processo de ocupação irregular e degradação pela ação humana, os resultados nem sempre são positivos.

Os artigos aqui apresentados vêm ao encontro de muitos fatos ocorridos e que normalmente atribuímos apenas a questões ambientais. Porém, sabemos que não é bem assim! O deslizamento é um fenômeno comum, principalmente em áreas de relevo acidentado, as enchentes acontecem logo em seguida às chuvas intensas e em grandes períodos. Situações que há milhares de anos vem se repetindo, porém com o processo de urbanização, a retirada da cobertura vegetal, a ocupação de áreas irregulares, a contaminação do solo, a degradação do ambiente, entre vários outros pontos, acaba sendo intensificada pela constante alteração e ocupação desse espaço geográfico.

No primeiro volume da obra **“Geologia Ambiental: tecnologias para o desenvolvimento sustentável”** são abordadas questões como: análise da suscetibilidade a deslizamentos, avaliação de cenários sob perigo geotécnico, ordenamento territorial, a importância de estudos específicos considerando as complexidades e diversidades dos diferentes contextos, análise do comportamento geomecânico dos maciços rochosos, caracterização química-mineralógica e da resistência ao cisalhamento, estudos de resistência do meio físico em busca de segurança de instalações e a utilização de software no dimensionamento geotécnico aplicado a fundações profundas.

Neste primeiro volume também são contemplados os seguintes temas: análise da evolução da boçoroca do Córrego do Grito em Rancharia-São Paulo, estudos de áreas suscetíveis a ocorrência de inundações, diagnóstico ambiental voltado à erosão hídrica superficial e cartografia geotécnica, erosão e movimento gravitacional de massa, melhoramento fluvial do rio Urussanga - SC objetivando a redução de impactos associados às chuvas intensas, desassoreamento do Rio Urussanga - SC e caracterização do sedimento, potencialidades dos recursos hídricos na Bacia do Córrego Guariroba -MS.

E fechando este primeiro volume, temos os temas ligados ao: uso de tecnologias alternativas para auxiliar no tratamento de águas residuais, gestão de esgotamento sanitário, estudos sobre a contaminação dos solos por gasolina e

descontaminação através de bioremediação, metodologias que determinam a vulnerabilidade natural do aquífero à contaminação, mapeamento geoambiental como subsídio à seleção de áreas para implantação de centrais de tratamento de resíduos sólidos, são apresentados.

Diferentes temas, ligados a questões que estão presentes em nosso cotidiano. Desejo uma excelente leitura e que os artigos apresentados contribuam para o seu conhecimento.

Atenciosamente.

Eduardo de Lara Cardozo

SUMÁRIO

Apresentação.....03

CAPÍTULO I

ANÁLISE DA SUSCETIBILIDADE A DESLIZAMENTOS DA UNIDADE GEOMORFOLÓGICA SERRAS CRISTALINAS LITORÂNEAS NO MUNICÍPIO DE BLUMENAU/SC.

Maurício Pozzobon, Gustavo Ribas Curcio e Claudinei Taborda da Silveira.....08

CAPÍTULO II

AValiação DE CENÁRIOS SOB PERIGO GEOTÉCNICO: O CASO DA COMUNIDADE DO MORRO DA MARIQUINHA, FLORIANÓPOLIS-SC.

Gabriela Bessa, Daniel Galvão Veronez Parizoto, Rodrigo Del Olmo Sato, Nilo Rodrigo Júnior, Murilo da Silva Espíndola e Vítor Santini Müller.....30

CAPÍTULO III

AValiação DOS REMANESCENTES FLORESTAIS NA ELABORAÇÃO DE CARTAS GEOTÉCNICAS DE APTIDÃO À URBANIZAÇÃO O CASO DE SÃO BERNARDO DO CAMPO - SP

Raquel Alfieri Galera, Fernando Cerri Costa e Ricardo de Souza Moretti.....42

CAPÍTULO IV

Caracterização E CLASSIFICAÇÃO GEOMECÂNICA DE MACIÇOS ROCHOSOS COMPOSTOS PELAS PRINCIPAIS LITOLOGIAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE

Walter dos Reis Junior e Maria Giovana Parizzi.....57

CAPÍTULO V

Caracterização GEOTÉCNICA E MINERALÓGICA DE UMA ARGILA FORMADA SOB ATIVIDADE HIDROTÉRMAL

Marcelo Heidemann, Luiz Antônio Bressani, Juan Antonio Altamirano Flores, Matheus Porto, Breno Salgado Barra e Yader Alfonso Guerrero Pérez.....73

CAPÍTULO VI

PROPOSIÇÕES PARA UM CISALHAMENTO DIRETO DE CAMPO: ALTERNATIVA EM MAPEAMENTOS GEOTÉCNICOS.

Vitor Santini Müller, Nilo Rodrigues Júnior, Murilo da Silva Espíndola, Regiane Mara Sbroglia, Rafael Augusto dos Reis Higashi e Juan Antonio Altamirano Flores.....89

CAPÍTULO VII

USO DE MODELO GEOLÓGICO DIGITAL COMO FERRAMENTA DE ORIENTAÇÃO DE DIMENSIONAMENTO DE FUNDAÇÃO

Carlos Magno Sossai Andrade, Patrício José Moreira Pires e Rômulo Castello Henrique Ribeiro.....102

CAPÍTULO VIII

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DA BOÇOROCA DO CÓRREGO DO GRITO EM RANCHARIA-SP DE 1962 A 2014

Alyson Bueno Francisco.....118

CAPÍTULO IX

CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM COMO SUBSÍDIO AO ESTUDO DA SUSCETIBILIDADE À INUNDAÇÃO NAS MICROBACIAS DO MÉDIO RIO GRANDE

Eduardo Goulart Collares, Ana Carina Zanollo Biazotti Collares, Jéssica Avelar Silva e Amanda Francieli de Almeida.....126

CAPÍTULO X

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SUPERFICIAL DO MUNICÍPIO DE PACOTI NO ESTADO DO CEARÁ. EROSIVIDADE, ERODIBILIDADE E UNIDADES DE RELEVO PARA GEOTECNIA

Francisco Kleison Santiago Mota, Jean Marcell Pontes de Oliveira, Naedja Vasconcelos Pontes, César Ulisses Vieira Veríssimo e Sônia Maria Silva de Vasconcelos.....138

CAPÍTULO XI

MAPEAMENTO DE AMEAÇAS E DESASTRES NATURAIS NA ÁREA URBANA DE SANTARÉM - PA

Fábio Ferreira Dourado e Milena Marília Nogueira de Andrade.....160

CAPÍTULO XII

MELHORAMENTO FLUVIAL DO RIO URUSSANGA PERTENCENTE À BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URUSSANGA, SUL DE SANTA CATARINA

Sérgio Luciano Galatto, Gustavo Simão, Jader Lima Pereira, Nadja Zim Alexandre e Vilson Paganini Belletini.....174

CAPÍTULO XIII

METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM E CARACTERIZAÇÃO DO SEDIMENTO DO RIO URUSSANGA-SC PARA FINS DE DEPOSIÇÃO

Nadja Zim Alexandre, Carlyle Torres Bezerra de Menezes, Gustavo Simão, Jader Lima Pereira e Sérgio Luciano Galatto.....190

CAPÍTULO XIV

POTENCIALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA DO CÓRREGO GUARIROBA, MUNICÍPIO DE CAMPO GRANDE-MS

Giancarlo Lastoria, Sandra Garcia Gabas, Guilherme Henrique Cavazzana, Juliana Casadei e Tamiris Azoia de Souza.....204

CAPÍTULO XV

ASPECTOS PRINCIPAIS SOBRE O USO DE TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS PARA
AUXILIAR NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DE RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO

Bruna Ricci Bicudo, Lígia Belieiro Malvezzi e Edilaine Regina Pereira.....214

CAPÍTULO XVI

AVALIAÇÃO DOS PROBLEMAS OPERACIONAIS PRESENTES EM ALGUMAS ESTAÇÕES
DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO CEARÁ

*Thiago de Norões Albuquerque, Tícia Cavalcante de Souza e Wladya Maria Mendes
de Oliveira.....225*

CAPÍTULO XVII

COMPARATIVO DE BIORREMEDIAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS POR GASOLINA

*Diego Moreira da Silva, Marcela Penha Pereira Guimarães, Raphael Moreira Alves
e Francisco Roberto Silva de Abreu.....239*

CAPÍTULO XVIII

DETERMINAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO
E SUPERFÍCIE POTENCIOMÉTRICA EM TAQUARUÇU DO SUL - RS

*Gabriel D'Avila Fernandes, José Luiz Silvério da Silva, Willian Fernando de Borba,
Lueni Gonçalves Terra, Carlos Alberto Löbler e Edivane Patrícia Ganzer.....251*

CAPÍTULO XIX

MAPEAMENTO GEOAMBIENTAL COMO SUBSÍDIO À SELEÇÃO DE ÁREAS PARA
IMPLANTAÇÃO DE CENTRAIS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS:
APLICAÇÃO AO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DA CONCEIÇÃO - SP

*Hermes Dias Brito, Fábio Augusto Gomes Vieira Reis, Claudia Vanessa dos Santos
Corrêa e Lucilia do Carmo Giordano.....263*

Sobre o organizador.....286

Sobre os autores.....287

CAPÍTULO XIV

POTENCIALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA DO CÓRREGO GUARIROBA, MUNICÍPIO DE CAMPO GRANDE-MS

**Giancarlo Lastoria
Sandra Garcia Gabas
Guilherme Henrique Cavazzana
Juliana Casadei
Tamiris Azoia de Souza**

**POTENCIALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA DO CÓRREGO GUARIROBA,
MUNICÍPIO DE CAMPO GRANDE-MS**

Giancarlo Lastoria

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, FAENG/PGTA
Campo Grande - MS

Sandra Garcia Gabas

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, FAENG/PGTA
Campo Grande - MS

Guilherme Henrique Cavazzana

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, FAENG/PGTA
Campo Grande - MS

Juliana Casadei

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, FAENG/PGTA
Campo Grande - MS

Tamiris Azoia de Souza

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, FAENG/PGTA
Campo Grande - MS

RESUMO: A bacia hidrográfica do córrego Guariroba, localizada no extremo nordeste do município de Campo Grande-MS possui área de 370 km². Em 1982 foi construída uma barragem no seu exutório, formando um reservatório com 100 ha, de onde é retirada uma vazão de 1,4 m³/s, responsável por cerca de 50% do sistema de abastecimento da Capital, com população superior a 800.000 habitantes. Mais de 90% da sua superfície é recoberta por sedimentos cretáceos do Grupo Bauru, com estreita faixa de afloramento dos basaltos da Formação Serra Geral, notadamente ao longo da drenagem principal da bacia. Houve, nos últimos anos, uma importante mudança no uso e ocupação do solo da bacia, com a crescente substituição da predominante atividade pecuária, pela silvicultura de eucaliptos. As vazões medidas no reservatório variaram entre 4,8 e 7,5 m³/s, mas com números de descarga sólida total da ordem de 22 ton/dia a montante do reservatório. Apresentam-se os dados preliminares referentes à hidrogeologia desta bacia, decorrentes de estudo que tem por objetivo a avaliação da interação, quantitativa e qualitativa, das águas subterrâneas com suas águas superficiais. O mapa potenciométrico da bacia, elaborado com dados de mais de uma dezena de poços tubulares perfurados no Bauru, aponta para a contribuição deste aquífero livre na manutenção da vazão de base das drenagens. Embora já venham sendo implementadas ações no sentido de reduzir o aporte de sedimentos para as drenagens e o reservatório, contando inclusive com o apoio da Agência Nacional de Águas, o conhecimento da dinâmica de interação das águas subterrâneas e superficiais da bacia contribui para o gerenciamento eficaz e sustentável de seus recursos hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: Aquífero Bauru; balanço hídrico; sistema de abastecimento de água.

1. INTRODUÇÃO

A Lei 9433/97, conhecida como “Lei das Águas”, regulamenta a política nacional de recursos hídricos e estabelece a bacia hidrográfica como unidade de gestão. Além desta delimitação, fica definido também que o estudo dos recursos hídricos deve ser feito de maneira integrada entre os mananciais superficiais e subterrâneos. Com relação ao Estado de Mato Grosso do Sul, o Plano Estadual de Recursos Hídricos-PERH/MS (SEMAC, 2010), divide o Estado em Unidades de Planejamento e Gestão-UPGs, definidas de acordo com cada uma das sub-bacias hidrográficas tributárias do Rio Paraguai e do Rio Paraná. Do ponto de vista dos recursos hídricos subterrâneos, foram definidos oito sistemas aquíferos, com base no mapa geológico, em escala ao milionésimo. O cálculo das reservas renováveis e exploráveis levou em consideração os dados de precipitação e apenas as áreas de afloramento de cada um dos aquíferos nas respectivas UPGs.

Analisando-se as disponibilidades hídricas e os principais consumos (dessedentação de animais, abastecimento urbano, irrigação, indústria e abastecimento rural, em ordem decrescente de retirada de água), apresentados no PERH/MS (*op. cit.*), verifica-se que o Estado como um todo, isto é, em todas as UPGs, não se enquadra em uma condição de falta d’água, conforme os cenários futuros propostos.

Entretanto, ao se planejar sistemas de abastecimento urbano, escalas muito regionais de estudos não são adequadas, tendo em vista o adensamento das retiradas de água em áreas restritas das UPGs.

No caso de Campo Grande, a cidade conta hoje com mais de 800.000 habitantes e possui captação de água principalmente a partir do córrego Guariroba, complementada em volume aproximadamente igual pelos Sistemas Aquíferos Serra Geral, Guarani e Bauru.

Embora localizada totalmente na área rural do município, o divisor da bacia hidrográfica inicia-se a cerca de 15 km do limite da zona urbana de Campo Grande e, devido às características da cobertura litológica, geomorfologia, uso e ocupação do solo da região, os processos de erosão e conseqüente assoreamento do reservatório são relevantes. Lastoria *et al.* (1998) já haviam alertado para o problema do reservatório ter sua vida útil socioeconômica menor que o previsto em projeto, determinando valores de descarga sólida total a montante do reservatório de mais de 22 ton/dia.

Devido à importância desta bacia para o sistema de abastecimento de água da capital, a Prefeitura Municipal de Campo Grande instituiu-a como uma Área de Proteção Ambiental – APA Guariroba, por meio do Decreto N° 7.183, de 21 de setembro de 1995 (PMCG, 2008). Medidas conservacionistas e de recuperação das margens das drenagens estão sendo implementadas, com o apoio da agência Nacional de Águas – ANA, inclusive incentivando os proprietários rurais com o Pagamento de Serviços Ambientais – PSA.

Adicionalmente a estas características superficiais da bacia, justifica-se o

estudo do seu principal aquífero livre, constituído por sedimentos do Grupo Bauru, tendo em vista dois aspectos principais: em primeiro lugar o desconhecimento detalhado da potencialidade deste recurso hídrico subterrâneo e a certeza de que ele é o mantenedor da vazão de base das drenagens superficiais que formam o córrego Guariroba e, paralelamente, conhecer também a qualidade da água e a vulnerabilidade deste aquífero.

Integrar a potencialidade dos recursos hídricos superficial e subterrâneo desta bacia fica ainda mais evidente quando se inclui o uso e a ocupação do solo, cuja principal atividade é a pecuária extensiva (mais de 80% da área é ocupada por pastagens artificiais), vem sendo substituída pela silvicultura de eucaliptos. Neste sentido o Programa de Pós-graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - PGTA/UFMS, em parceria com a Prefeitura Municipal de Campo Grande e a Empresa Águas Guariroba está desenvolvendo atividade de pesquisa nesta unidade de conservação, abordando neste trabalho o subprojeto onde é priorizado o enfoque hidrogeológico.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

A bacia hidrográfica do córrego Guariroba está localizada no extremo nordeste do município de Campo Grande-MS e possui uma superfície de 370 km² (Figura 1). Está inserida na UPG do Rio Pardo, afluente da margem direita do Rio Paraná (SEMAC, 2010).

Geomorfologicamente a bacia possui um domínio de colinas muito amplas, cujas altitudes variam entre 460 a 630 m, ocorrendo subordinadamente pequenas planícies aluviais. As classes de declividade predominantes variam de 0 a 5% e subordinadamente são encontradas parcelas variando de 5 a 10% (PMCG, 2008).

Do ponto de vista geológico, mais de 90% da superfície da bacia é recoberta por sedimentos cretáceos da Formação Caiuá, base da sequência do Grupo Bauru. Embora existam poços tubulares que exploram esta unidade hidroestratigráfica, não se dispõe de descrições precisas da litologia de subsuperfície. Informações verbais de proprietários rurais localizados nas cotas mais altas da bacia indicam espessura superior a 120 m de sedimentos, cuja composição predominante é de areias quartzosas, granulometria fina, pouco compactados, coloração creme a rosada. Junto ao leito da drenagem principal e nas ombreiras da barragem afloram basaltos da Formação Serra Geral.

De acordo com o Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental dos Mananciais do Córrego Guariroba – APA Guariroba (PMCG, 2008), os solos desta unidade de conservação são representados por alternância de Neossolo Quartzarênico (areia quartzosa) e Latossolo Vermelho, de textura média a muito argilosa, restrito a porção inferior das vertentes, associado a áreas de ocorrência das rochas basálticas. Nas pequenas planícies aluviais, os solos dominantes são Neossolo Quartzarênico hidromórfico em função do maior grau de saturação de água e eventualmente Neossolo Flúvicos (Solos Aluviais), todos

predominantemente de textura arenosa. Nessas porções, são comuns os buritis, vegetação tipicamente freatófito.

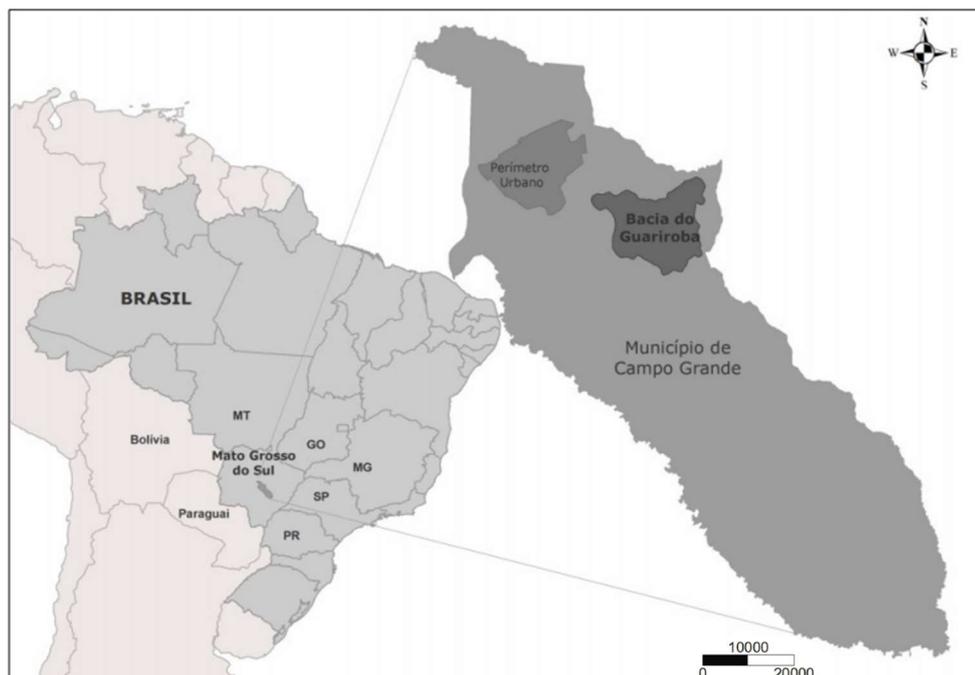


Figura 1: Localização da área de estudo no município de Campo Grande-MS.

Referente à cobertura vegetal, ressalta-se a predominante cobertura por pastagens artificiais e a pequena vegetação remanescente do cerrado local indica uma fisionomia de porte médio a alto (8-10 m), com a respectiva biomassa do estrato inferior. Avaliações preliminares (PMCG, 2008) apontam para uma demanda hídrica do cerrado original, comparável com a biomassa e área foliar das florestas de eucalipto, sem, a princípio, resultar em alterações na produção de água das microbacias. Todavia, o incremento no plantio destas últimas deve ser levado em consideração na elaboração do balanço hídrico.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

No desenvolvimento deste subprojeto do PGTA/UFMS, está vinculada uma tese de doutorado e duas dissertações, todas associadas e complementares. A proximidade da área estudada em relação à cidade e a profusão de estradas vicinais que atendem as propriedades rurais facilitam as atividades de campo.

A delimitação da bacia hidrográfica do córrego Guariroba é a mesma adotada na instituição da APA homônima, cujo traçado foi amplamente discutido por Torres *et al.* (2005). A base cartográfica para o desenvolvimento dos estudos são imagens IKONOS, cedidas pela Prefeitura Municipal de Campo Grande, devidamente georreferenciadas.

Em primeiro plano ficará quantificada a potencialidade do Aquífero Bauru na área da APA Guariroba, onde a espessura da camada sedimentar sobre os basaltos

da Formação Serra Geral será determinada através de caminhamento geofísico 3D e sondagens elétricas verticais. Esta atividade será realizada em convênio com a UNESP/Rio Claro. Os métodos de eletrorresistividade permitem também a determinação do nível freático, confirmado por medida no campo com sonda elétrica em poços tubulares existentes nas propriedades rurais. Está prevista a instalação de quatro piezômetros que permitirão o monitoramento da variação temporal do nível d'água do aquífero livre. Características de condutividade hidráulica do aquífero serão também determinadas através dos piezômetros, com utilização do *slug test*.

Todos os poços tubulares cadastrados foram georreferenciados, com utilização de GPS diferencial, bem como pontos de surgência natural de água (nascentes). Estas informações permitiram traçar o mapa potenciométrico da área, utilizando o software SURFER 9.0, gerando um primeiro modelo conceitual do aquífero na área de estudo. Com base neste mapa, complementado pelos dados da geofísica será feita a locação e instalação dos quatro piezômetros de monitoramento.

Medições mensais de escoamento superficial, evaporação e pluviosidade serão complementadas para a aplicação da equação geral do balanço hídrico na bacia do Guariroba.

Para a determinação da vulnerabilidade do aquífero livre serão utilizados os métodos amplamente difundidos GOD (FOSTER, 1987) e EKv (AUGE, 2004). Para o emprego deste último método é necessário o cálculo da condutividade hidráulica na zona não saturada, o que será feito utilizando a metodologia do “poço invertido”, com profundidade até 2 m.

Na caracterização hidroquímica do Aquífero Bauru na APA Guariroba serão coletadas amostras em duplicata tanto da água subterrânea como em pontos de água superficial. Estão previstas duas coletas anuais, em período de seca e de chuvas. Além dos principais cátions e ânions que permitem a classificação das águas utilizando diagramas como os de PIPER e de STIFF, metais também serão analisados. Serão determinadas características de corrosão/incrustação da água deste aquífero, por meio do cálculo dos índices de estabilidade (pHe), bem como sua qualidade para a irrigação.

4. RESULTADOS PARCIAIS

A revisão bibliográfica prévia, complementada por mais de uma dezena de idas ao campo, permitiu a caracterização prévia da bacia do Guariroba. Foram identificados 19 poços tubulares, nos quais os proprietários permitiram a instalação de tubo guia em PVC soldável, com diâmetro de 1/2 polegada. Estes tubos são empregados para a descida do medidor elétrico do nível de água. A Figura 2 mostra a distribuição dos poços e nascentes já identificadas na área de estudo.

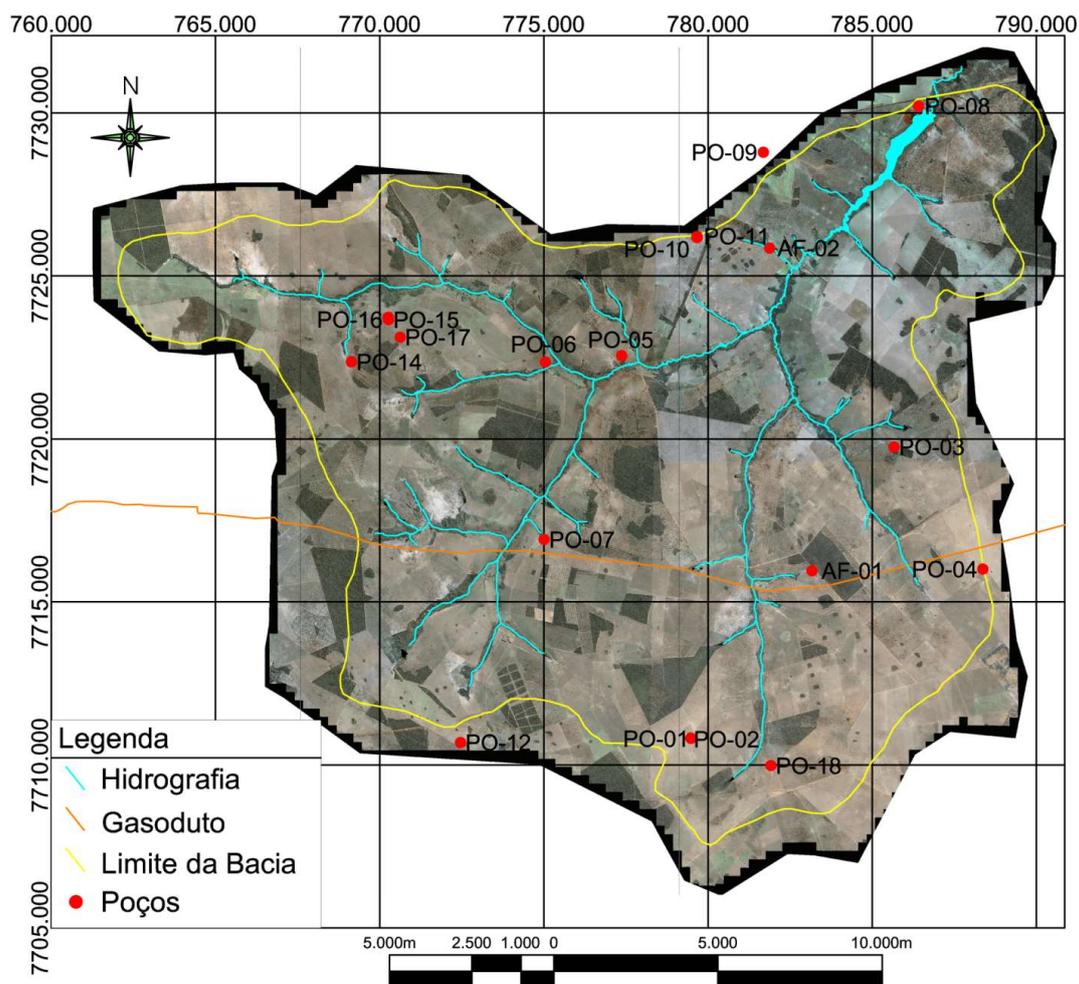


Figura 2: Distribuição dos pontos de observação do nível d'água (poços e nascentes) na bacia do córrego Guariroba.

A Tabela 1 apresenta os dados georreferenciados dos pontos de medição do nível d'água, bem como o valor da piezometria relativa à campanha de janeiro de 2015.

Os dados de cota do NE (m) da Tabela 1 foram plotados no programa SURFER 9.0, gerando a piezometria do Aquífero Bauru na bacia em janeiro de 2015, apresentado na Figura 3.

Tabela 1: Coordenadas geográficas em UTM, Datum SIRGAS200, fuso 22; nível estático e a cota do NE.

Ponto	Long E (m)	Lat N (m)	Cota terreno (m)	NE* (m)	Cota NE (m)
PO-01	779462	7710826	629,15	63,26	565,89
PO-02	779471	7710815	628,71	62,30	566,41
PO-03	785672	7719681	530,01	20,30	509,71
PO-04	788362	7716011	604,22	64,80	539,42
PO-05	777369	7722558	499,65	4,09	495,56
PO-06	775043	7722359	501,41	7,08	494,33
PO-07	775005	7716921	534,95	27,12	507,83

PO-08	786404	7730206	463,02	6,34	456,68
PO-09	781682	7728795	529,58	10,60	518,98
PO-10	779660	7726204	569,70	32,39	537,31
PO-11	779669	7726178	569,31	32,32	536,99
PO-14	769141	7722366	579,61	10,13	569,48
PO-15	770264	7723731	556,39	2,50	553,89
PO-16	770270	7723658	558,70	3,18	555,52
PO-17	770623	7723120	580,37	19,44	560,93
PO-18	781915	7709978	568,02	7,29	560,73
PO-19	777590	7722753	498,95	5,16	493,79
AF-01	783117	7715933	524,70	0,00	524,70
AF-02	781875	7725857	493,48	0,00	493,48

* Dados obtidos em 12/01/2015.

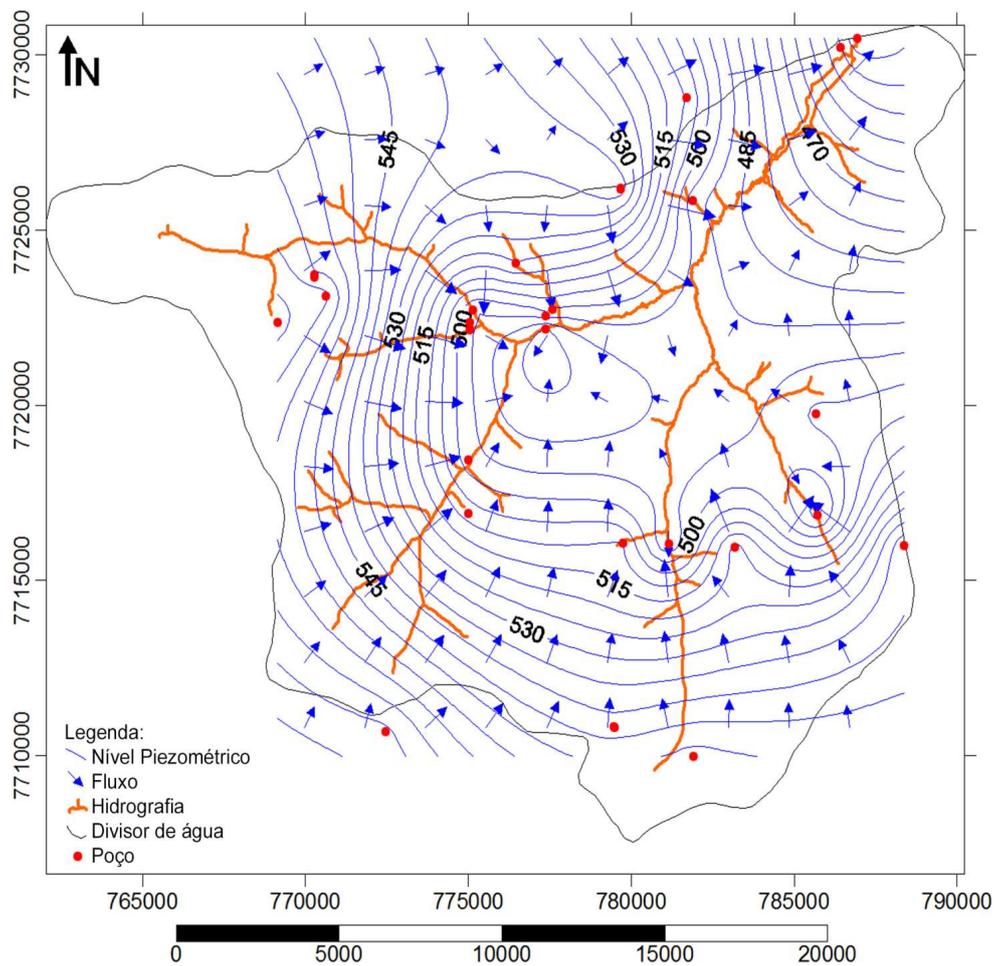


Figura 3: Piezometria do Aquífero Bauru na bacia do Guararoba, com base nas medições dos níveis d'água de janeiro/2015.

5. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES PRELIMINARES

Os trabalhos iniciais de campo permitiram identificar quase duas dezenas de poços tubulares na área de estudo, muito embora tenha sido constatada a

existência de um número maior, sem, contudo ser autorizada a instalação de tubo guia para a determinação do nível d'água. Entretanto em nenhum dos poços tubulares obteve-se perfil hidrogeológico, com descrição da litologia de subsuperfície. Ao mesmo tempo, a topografia da área não proporciona exposição dos níveis mais inferiores da cobertura sedimentar, o que torna imprescindível a realização da geofísica.

A análise do mapa potenciométrico mostra claramente o sentido dos fluxos hídricos subterrâneos em direção às drenagens superficiais, o que evidencia a contribuição do Aquífero Livre Bauru na manutenção do nível de base da bacia do Guariroba e indica um alto gradiente para o fluxo subterrâneo na área estudada, com mais de 100 m (560 a 450 m). Esta constatação reforça a necessidade da determinação da vulnerabilidade do Aquífero, estudando mais detalhadamente sua permo-porosidade, uma vez que contaminações superficiais poderão rapidamente alcançar o reservatório.

Mesmo que ainda não tenha sido implementada a perfuração de poços tubulares na área da bacia para o sistema de abastecimento de água de Campo Grande, esta hipótese não deve ser descartada, uma vez caracterizada a sua potencialidade. Dados de vazão do córrego Guariroba obtidos por Lastoria *et al.* (1998) indicam valores entre 4,8 e 7,5 m³/s e, considerando que os valores medidos representam uma breve série histórica de seis meses, o valor de vazão mínima poderá ser menor que o determinado. Assim, a vazão de captação existente de 1,4 m³/s não fica na mesma situação de conforto para cenários futuros, como verificado na UPG Rio Pardo como um todo (SEMAC, 2010).

O conhecimento integrado da potencialidade hídrica da bacia do Guariroba poderá contribuir não só na melhor gestão do Plano de Manejo da APA, como também apontar para uma reserva estratégica de água subterrânea a ser utilizada no sistema de abastecimento de Campo Grande, uma vez que, atualmente, o Aquífero Bauru é o menos explorado no sistema existente.

REFERÊNCIAS

- AUGE, M. (2004). *Vulnerabilidade de Aquíferos*. *Revista Latino-Americana de Hidrogeologia*, n. 4, p. 85-103. UFPR, Curitiba.
- FOSTER, S. (1987). *Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution, risk and protection strategy*. TNO Comm. on Hydrog. Research. Proceed. and Information. n. 38, p. 69-86. The Hague.
- LASTORIA, G.; RONDON, M.A.C.; CARVALHO, N.O. (1998). *Estimativa de assoreamento do reservatório do Guariroba, Campo Grande-MS*. Anais III Encontro de Engenharia de Sedimentos. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, p. 145-151.

MATO GROSSO DO SUL (2010). Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia. Instituto de Meio Ambiente - SEMAC. **Plano estadual de recursos hídricos de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: Editora UEMS.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPO GRANDE (2008). *Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental dos Mananciais do Córrego Guariroba – APA do Guariroba*. v. 1, 179 p. Campo Grande.

TORRES, T.G.; PARANHOS FILHO, A.C.; RONDON, M.A. da C.; LASTORIA, G.; SOUZA, A. (2005). *Comparação do divisor de bacia obtido de diferentes modos: o caso de estudo da bacia do córrego Guariroba, MS*. *Revista de Estudos Ambientais*, v.7, n.1, p.39-56. FURB, Blumenau.

ABSTRACT: Guariroba watershed is located in the extreme northeast of the Campo Grande city and has an area of 370 km². In 1982 a dam was built in its outflow forming a reservoir 100 ha, from which a flow rate of 1.4 m³ / s is taken, accounting for about 50% of the capital supply system, approximately for 800,000 inhabitants. Cretaceous sediments from Bauru Group covers about more than 90% of the watershed surface, with a narrow outcrop range of basalts from the Serra Geral Formation, especially along the main drainage basin. Recently, there has been an important change in the use and occupation of the soil of the basin, with the increasing substitution of predominant livestock activity by eucalyptus forestry. Flow rates in the reservoir ranged between 4.8 and 7.5 m³/s. Preliminary hydrogeology data are presented, resulting from a study that aims to evaluate the quantitative and qualitative interaction of groundwater with its surface waters. The potentiometric map of the basin, elaborated from data of more than a dozen tubular wells drilled in Bauru Aquifer, points to the aquifer discharge in the maintenance of the drainage base flow. Although actions have being implemented to reduce the contribution of sediments to the drainage and reservoir, supported by the National Water Agency, the knowledge of the interaction dynamics of groundwater and surface waters of the basin contributes to the effective management and sustainable use of its water resources.

KEYWORDS: Bauru Aquifer; hydric balance; water supply system.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-93243-39-4



9 788593 243394