

**Marcia Regina Werner Schneider Abdala  
(Organizadora)**

**A Aplicação do  
Conhecimento  
Científico nas  
Engenharias 2**

**Atena**  
Editora

Ano 2019

Marcia Regina Werner Schneider Abdala  
(Organizadora)

# A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Natália Sandrini e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

A642 A aplicação do conhecimento científico nas engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Marcia Regina Werner Schneider Abdala. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-245-6

DOI 10.22533/at.ed.456190504

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovação. I. Abdala, Marcia Regina Werner Schneider. II. Série.

CDD 620.0072

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

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

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

O conhecimento científico é extremamente importante na vida do ser humano e da sociedade, pois possibilita entender como as coisas funcionam ao invés de apenas aceita-las passivamente. Mediante o conhecimento científico é possível provar muitas coisas, já que busca a veracidade através da comprovação.

Sendo produzido pela investigação científica através de seus procedimentos, surge da necessidade de encontrar soluções para problemas de ordem prática da vida diária e para fornecer explicações sistemáticas que possam ser testadas e criticadas através de provas. Por meio dessa investigação, obtêm-se enunciados, leis, teorias que explicam a ocorrência de fatos e fenômenos associados a um determinado problema, sendo possível assim encontrar soluções ou, até mesmo, construir novas leis e teorias.

Possibilitar o acesso ao conhecimento científico é de suma importância para a evolução da sociedade e do ser humano em si, pois através dele adquirem-se novos pontos de vista, conceitos, técnicas, procedimentos e ferramentas, proporcionando o avanço na construção do saber em uma área do conhecimento.

Na engenharia evidencia-se a relevância do conhecimento científico, pois o seu desenvolvimento está diretamente relacionado com o progresso e disseminação deste conhecimento.

Neste sentido, este E-book, composto por dois volumes, possibilita o acesso as mais recentes pesquisas desenvolvidas na área de Engenharia, demonstrando a importância do conhecimento científico para a transformação social e tecnológica da sociedade.

Boa leitura!

Marcia Regina Werner Schneider Abdala

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
O BRASIL SABE PLANEJAR?	
Thiago de Oliveira Lima Brandão	
DOI 10.22533/at.ed.4561904041	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>4</b>
A CONTRIBUIÇÃO DA ACREDITAÇÃO HOSPITALAR PARA A MELHORIA DOS SERVIÇOS DE ASSISTÊNCIA À SAÚDE	
Tatyana Karla Oliveira Regis	
Sablina Cibele Fernandes Alves	
DOI 10.22533/at.ed.4561904042	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>15</b>
SÍNDROME DE BURNOUT: NOVOS DESAFIOS PARA GESTÃO DE FUNCIONÁRIOS DE MANUTENÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO	
Luís L’Aiglon Pinto Martins	
DOI 10.22533/at.ed.4561904043	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>26</b>
TEORIA DAS FILAS PARA DIMENSIONAMENTO DE ATENDENTES EM EMPRESA DE SOFTWARE	
Ivete Linn Ruppenthal	
Fernanda Klein Both	
Fabrício Desbessel	
João Serafim Tusi da Silveira	
DOI 10.22533/at.ed.4561904044	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>42</b>
QUALIFICAÇÃO DE FORNECEDORES EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO ALIMENTÍCIO	
Jeova Santos Gonçalves	
Larisse Oliveira Costa	
DOI 10.22533/at.ed.4561904045	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>46</b>
UTILIZAÇÃO DA PESQUISA OPERACIONAL NA OTIMIZAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS EM UM RESTAURANTE NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE, CEARÁ	
José Oliveira da Silva Júnior	
Kleison de Paiva Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.4561904046	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>50</b>
ESTUDO DE TEMPOS E MOVIMENTOS: CAPACIDADE PRODUTIVA DE UM ATELIÊ NO MUNICÍPIO DE XINGUARA-PA	
Thiago Dos Santos Paula	
Fábia Maria de Souza	
Waleriana Cavalcante Leão	
Mariele Ferreira Gonçalves	
Cristiano Carvalho da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.4561904047	

<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>62</b>
ANÁLISE ERGONÔMICA DOS AGENTES DE LIMPEZA PÚBLICA DO CENTRO HISTÓRICO DE SÃO LUÍS -MA	
Karolayne Maria Viana Silva	
Basynga Franco da Silva	
Júlio César Moraes Vale	
José Ribamar Santos Moraes Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4561904048</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>72</b>
GESTÃO DE RISCOS DE RUPTURAS E ESTRATÉGIAS DE RESILIÊNCIA EM CADEIAS DE SUPRIMENTOS	
Márcio Gonçalves dos Santos	
Rosane Lúcia Chicarelli Alcântara	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4561904049</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>87</b>
MELHORIA DOS PROCESSOS PRODUTIVOS ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DE PRODUÇÃO: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO RAMO DE NAVEGAÇÃO	
Gabriel Lemos Ferreira	
Tábata Stephanie Vilela Morgado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45619040410</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>98</b>
AVANÇOS DA MANUTENÇÃO EM UMA OFICINA MECÂNICA DE UMA CONSTRUTORA	
Izac de Sousa Vieira	
José Weliton Nogueira Júnior	
Yuri José Luz Moura	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45619040411</b>	
<b>CAPÍTULO 12 .....</b>	<b>103</b>
DESENVOLVIMENTO DE EQUIPAMENTO MARCADOR PARA PLANTIO DE FUMO	
Marlon Vinícius Medeiros	
João Pedro Brentano Uhry	
Anderson Creasso	
Alexandre Chapoval Neto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45619040412</b>	
<b>CAPÍTULO 13 .....</b>	<b>115</b>
CONTROLE E MONITORAMENTO DE CARGAS COM SISTEMA SCADABR E ARDUINO	
Chagas Carvalho Teixeira de Oliveira Junior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45619040413</b>	
<b>CAPÍTULO 14 .....</b>	<b>128</b>
ANÁLISE DE POTENCIAL EÓLICO UTILIZANDO O SOFTWARE WASP E DADOS DE MEDIÇÃO DE ANEMÔMETRO DE TORRES METEOROLÓGICAS	
Francisco Jeandson Rodrigues da Silva	
Magna Livia Neco Rabelo	
Antonio Marcos Teixeira	
Antônio Wellington Vaz dos Santos	
José Neurismar Bezerra de Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.45619040414</b>	

**CAPÍTULO 15 ..... 135**

USO DO SISTEMA GOD PARA DETERMINAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL DO AQUÍFERO À CONTAMINAÇÃO EM MARAU – RS

Gabriel D'Ávila Fernandes  
Willian Fernando de Borba  
Lueni Gonçalves Terra  
José Luiz Silvério da Silva  
Éricklis Edson Boito de Souza  
Mirta Teresinha Petry

**DOI 10.22533/at.ed.45619040415**

**CAPÍTULO 16 ..... 144**

VULNERABILIDADE NATURAL DO AQUÍFERO À CONTAMINAÇÃO NO MUNICÍPIO DE ELDORADO DO SUL-RS

Gabriel D'Ávila Fernandes  
Willian Fernando de Borba  
José Luiz Silvério da Silva  
Gustavo Rinaldo Scaburi  
Pedro Daniel da Cunha Kemerich  
Éricklis Edson Boito de Souza  
Jennyfer Selong Redel

**DOI 10.22533/at.ed.45619040416**

**CAPÍTULO 17 ..... 150**

UTILIZAÇÃO DA LÓGICA PARACONSISTENTE ANOTADA (LPA) NO CONTROLE DE BOMBAS DE SANGUE DE FLUXO CONTÍNUO

Gabriel Furlan  
Tarcisio Fernandes Leão  
José William Rodrigues Pereira  
Victor Freitas Souto  
Eduardo Guy Perpétuo Bock

**DOI 10.22533/at.ed.45619040417**

**CAPÍTULO 18 ..... 162**

CONFECÇÃO DE BIOMODELOS PARA PACIENTES RECÉM-NASCIDOS E CRIANÇAS MAIORES COM COARCTAÇÃO DA AORTA

Rosana Nunes dos Santos  
Vinicius Oliveira Nascimento Louro  
Nadine Rubliauskas Wahbe  
Tiago Senra Garcia dos Santos  
Aron José Pazin de Andrade  
Bruno Utiyama da Silva  
Carlos Augusto Cardoso Pedra

**DOI 10.22533/at.ed.45619040418**

**CAPÍTULO 19 ..... 173**

CONTROLE DO CONVERSOR BUCK PARA MÓDULOS DA CADEIRA DE RODAS COM USO DE LMIs

Ruberlei Gaino  
Márcio Roberto Covacic  
Rodrigo da Ponte Caun  
Pedro Henrique Bonilha Mantovani

**DOI 10.22533/at.ed.45619040419**

**CAPÍTULO 20 ..... 186**

METODOLOGIA PARA A CRIAÇÃO DE UMA ROTINA DE SIMULAÇÃO NUMÉRICA EM IMPLANTES DE QUADRIL

Jorge Arturo Hinostroza Medina  
Bianca Aleixo  
Claudio Teodoro dos Santos  
Rafael de Abreu Vinhosa  
Mauricio de Jesus Monteiro  
Ieda Vieira Caminha  
André Maués Brabo Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.45619040420**

**CAPÍTULO 21 ..... 199**

DESENVOLVIMENTO DE UM ELETROMIÓGRAFO PARA AVALIAR PADRÕES DE RESPOSTAS MUSCULARES E EFICÁCIA DE TRATAMENTOS

Suany dos Santos Chagas  
Deriks Karlay Dias Costa  
Wellington José Figueiredo de Lima  
Luciana de Azevedo Vieira  
Rildo Cesar Dias Arrifano  
Kleiber Tenório de Sousa

**DOI 10.22533/at.ed.45619040421**

**SOBRE A ORGANIZADORA..... 212**

## USO DO SISTEMA GOD PARA DETERMINAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL DO AQUÍFERO À CONTAMINAÇÃO EM MARAU – RS

### **Gabriel D'Ávila Fernandes**

Universidade Federal de Santa Maria  
Santa Maria – Rio Grande do Sul

### **Willian Fernando de Borba**

Centro de Ensino Superior Riograndense  
Sarandi – Rio Grande do Sul

### **Lueni Gonçalves Terra**

Universidade Federal de Santa Maria  
Santa Maria – Rio Grande do Sul

### **José Luiz Silvério da Silva**

Universidade Federal de Santa Maria  
Santa Maria – Rio Grande do Sul

### **Éricklis Edson Boito de Souza**

Universidade Federal de Santa Maria  
Frederico Westphalen – Rio Grande do Sul

### **Mirta Teresinha Petry**

Universidade Federal de Santa Maria  
Santa Maria – Rio Grande do Sul

**RESUMO:** A questão envolvendo o abastecimento de água, não somente nas áreas urbanas, mas também nas zonas rurais, é um problema que afeta, principalmente, os países em desenvolvimento. Nesse sentido, surgem métodos que visam promover a gestão e a proteção adequada dos recursos hídricos subterrâneos. Esse estudo tem por objetivo determinar a vulnerabilidade natural do aquífero à contaminação com uso do

sistema GOD (Foster et al., 2006) e a superfície potenciométrica, do Aquífero Serra Geral em Marau-RS. Para isso, foi utilizado o banco de dados do SIAGAS/CPRM. Com os resultados obtidos, as classes de vulnerabilidade variaram de insignificante a média, com predomínio das classes insignificante e baixa. Os valores de superfície potenciométrica indicam que as áreas de recarga estão nas mais variadas classes de vulnerabilidade, indicando que em algumas áreas pode ocorrer a contaminação do meio a partir disso. Com isso, conclui-se que a partir da metodologia utilizada, o aquífero apresenta boas condições naturais de proteção, com a presença das rochas basálticas da formação Serra Geral.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água subterrânea. Exploração. Serra Geral.

**ABSTRACT:** The issue involving the water supply is an issue that involves the various sectors of society. In this sense, the preservation of water resources, particularly groundwater is of great importance in their management process. In order to assist in the management process, we have numerous tools, among them determining the vulnerability of aquifers to contamination. This study aims to determine the natural vulnerability of the Serra Geral Aquifer contamination also specialized in the potentiometric surface in northwestern of Rio

Grande do Sul state in the highlands of the Serra Geral, in the city of Palmeira das Missões. For that, there have been chosen information from 154 water wells available in the bank information of Groundwater Information System for the city. It was applied the GOD system (Foster et al., 2006) for determining vulnerability where there was a predominance of insignificant and lower classes. Thus, the study area has good natural conditions for protection of the underground environment, from basaltic rocks forming a fissure aquifer. However, there is a need for more specific studies for the environmental licensing process activities causing environmental impacts on water resources.

**KEYWORDS:** Groundwater. Management. Pollution.

## 1 | INTRODUÇÃO

A contaminação dos recursos hídricos superficiais, a partir da falta de planejamento ou ainda infraestrutura adequada dos municípios, é um problema que atinge quase todo o país. Nesse sentido, voltam-se os olhares para a água subterrânea, visando suprir essa demanda, seja no abastecimento humano, uso industrial ou ainda na agricultura.

O aquífero, por estar em condições menos propícias a contaminação comparado aos mananciais superficiais, ou ainda, por ser de fácil acesso, vem sendo amplamente utilizado. Porém, seu uso inadequado ou sem planejamento necessário, pode alterar seus aspectos quali-quantitativos, podendo causar graves problemas ambientais.

Nesse sentido, estudos que visam a determinação natural à contaminação dos aquíferos são de suma importância, pois indicam quais áreas são mais vulneráveis à contaminação. Peralta et al. (2005) dizem que pode-se classificar a vulnerabilidade como intrínseca (quando não se leva em consideração o contaminante exposto) e específica (quando o contaminante específico é levado em consideração).

Existem diversas metodologias que visam determinar a vulnerabilidade natural do aquífero à contaminação. Dentre elas, destaca-se o método DRASTIC (ALLER et al., 1987), IS (RIBEIRO et al., 2005) e o GOD (FOSTER et al., 2006). Sendo essa última a mais utilizada por necessitar apenas informações de três parâmetros (G - grau de confinamento da água subterrânea; O - ocorrência de estratos de cobertura e; D - distância até o lençol freático ou teto do aquífero confinado) e apresentar bons resultados para as condições Brasileiras e Caribenhas (FOSTER et al., 2006).

Sendo assim, este estudo tem por objetivo determinar a vulnerabilidade natural do aquífero Serra Geral I e II à contaminação e a Superfície Potenciométrica (SP) no município de Marau-RS. Sendo que para isso, foi utilizado o banco de dados do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Localização da área de estudo

O município de Marau, conforme Figura 1, está localizado na região Noroeste do estado do Rio Grande do Sul (RS), pertencente a Região Hidrográfica do Guaíba (G), nas Bacias Hidrográficas do Rio Taquari-Antas (G-040) e Alto Jacuí (G-050), segundo a Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA, 2004). Possui uma população estimada, segundo IBGE (2010), de 36.364 habitantes, sendo 31.558 residentes do meio urbano e 4.806 no meio rural, apresenta uma densidade demográfica de 56 habitantes/km<sup>2</sup>. O município destaca-se no cenário regional e atende aos mais diversos setores, entre eles, alimentos, couros, equipamentos para avicultura e suinocultura, metal mecânico e em crescimento o setor da construção civil (MARAU-RS, 2015).

No que se refere a geologia, o município está inserido na Formação Serra Geral (FmSG) Caxias e Gramado. A CPRM (2007), define essas formações geológicas como:

- FmSG Caxias: Derrames de composição intermediária a ácida, riolitos a riolitos, mesocráticos, microgranulares e vitrofíricos, textura esferulítica comum (tipo carijó), forte disjunção tabular no topo dos derrames e maciço na porção central, dobras de fluxo e autobrechas, dobras de fluxo e autobrechas frequentes, vesículas preenchidas predominantemente por calcedônica e ágata;
- FmSG Gramado: Constituída por derrames basálticos granulares finos a médio, melanocráticos cinza, horizontes vesiculares preenchidos por zeólitas, carbonatos, apofilitas esaponita e intercalações com os arenitos Botucatu, onde em profundidade forma aquífero fissural.

Já que no que refere-se hidrogeologia, está presente a Formação Serra Geral I (sg\_1) e II (sg\_2). Segundo Machado e Freitas (2005), a unidade hidroestratigráfica sg1, forma um aquífero fissural, delimita-se pelos municípios de Soledade, Tupanciretã, Santo Antônio das Missões, Santa Rosa, Tenente Portela, Nonoai, Erechim e Passo Fundo, onde constitui-se principalmente, de litologias basálticas vulcânicas, amigdalóides e fraturadas, capeadas por espesso solo avermelhado. Já a sg\_2, segundo esses mesmos autores, ocupa a parte oeste do Estado, os limites das rochas vulcânicas com o rio Uruguai e as litologias gonduânicas, ocorrem em extensa área nordeste do planalto, associada com os derrames da Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral.

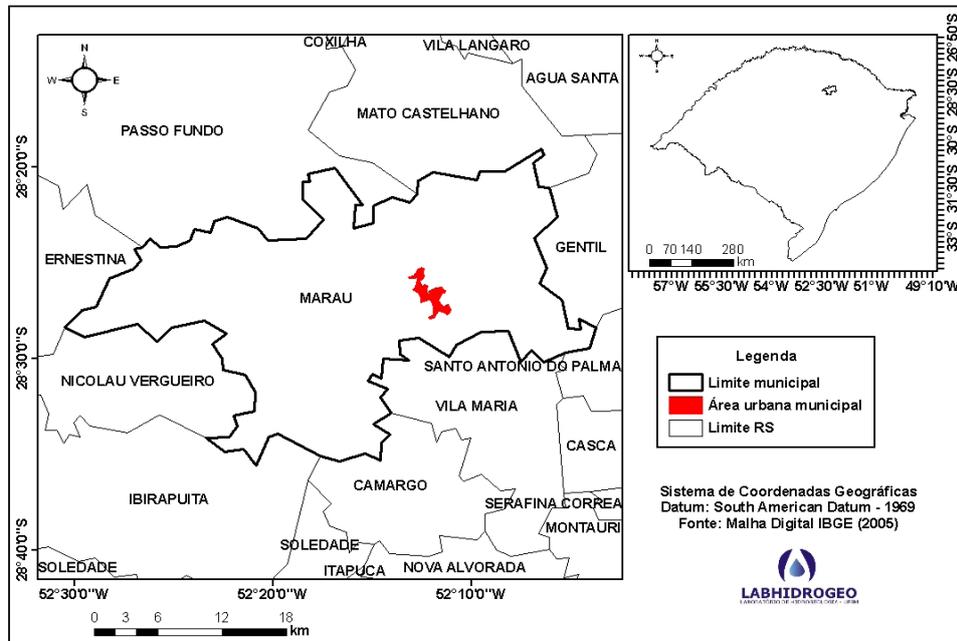


Figura 1 – Localização do município de Marau – RS.

Fonte: Adaptado de IBGE (2005).

## 2.2 Obtenção dos dados

Os dados utilizados nessa pesquisa foram obtidos na base do SIAGAS (<http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>), mantido pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), do Serviço Geológico do Brasil. Foram obtidas informações relativas as coordenadas no sistema UTM (*Universal Transversa de Mercator*), cota da “boca do poço”, nível estático e os perfis geológicos de 115 poços tubulares disponíveis.

## 2.3 Determinação da vulnerabilidade natural do aquífero à contaminação

Para a determinação da vulnerabilidade natural do aquífero à contaminação, foi utilizado o sistema GOD (FOSTER et al., 2006). Esse sistema utiliza as informações de três parâmetros GOD. Sendo assim, a vulnerabilidade é obtida a partir do produto entre as variáveis GOD. Os resultados do índice de vulnerabilidade são classificados como: insignificante (valores entre 0 e 0,1), baixa (0,1 a 0,3), média (0,3 a 0,5), alta (0,5 a 0,7) e extrema (0,7 a 1).

Para espacialização das informações, foi utilizado o interpolador IDW (*Inverse Distance Weighting*) (LANDIM, 2000), com auxílio dos *Softwares ArcGIS 10.1* e *Surfer 8* (GOLDEN SOFTWARE, 2004; LANDIM et al., 2002). O *Datum* horizontal adotado para as espacializações foi o *South American Datum 1969* (SAD 69), sendo o mesmo adotado pelo SIAGAS/CPRM, e *Datum* vertical o Porto de Imbituba – SC.

A Figura 2 ilustra um exemplo de aplicação do sistema GOD (FOSTER et al., 2006) e a SP em um poço localizado no município de Marau-RS.

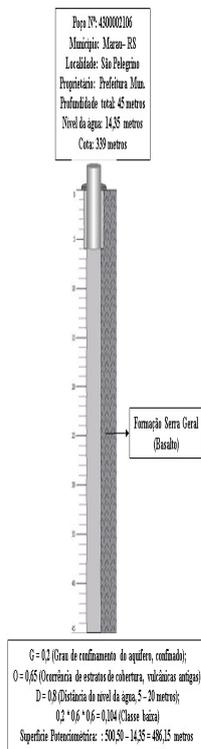


Figura 2 – Exemplo de aplicação do sistema GOD (FOSTER et al., 2006) e SP em Marau – RS.

Fonte: Adaptado de SIAGAS (2015) e Foster et al. (2006).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do uso do sistema GOD (FOSTER et al., 2006), foi possível determinar a vulnerabilidade natural do aquífero à contaminação no município de Marau-RS, ilustrada na Figura 3. Assim, a vulnerabilidade variou de insignificante a alta, com destaque as classes insignificante e baixa com as maiores proporções na área. O predomínio dessas menores classes, dá-se principalmente pelas formações geológicas (FmSG), com rochas basálticas e seus produtos de intemperização, na constituição. Isso, na maioria das vezes proporciona uma maior proteção do meio subterrâneo, com aquífero confinado e níveis profundos de água.

Dentre os diversos estudos realizados nessas áreas, destaca-se os de Fernandes et al. (2015a; 2015b) em Taquaruçu do Sul – RS e Boa vista das Missões – RS, respectivamente, Borba et al. (2015a; 2015b) em Frederico Westphalen – RS e na Bacia Hidrográfica do Rio Passo Fundo – RS, respectivamente, Reginatto e Ahlert (2013) na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari/Antas, região nordeste do RS, e Silvério da Silva et al. (2013) em Erechim – RS. Em ambos os estudos citados, ocorreram um predomínio das menores classes de vulnerabilidade (insignificante a média). Assim, pode-se observar que o aquífero possui características homogêneas na maior parte de sua extensão.

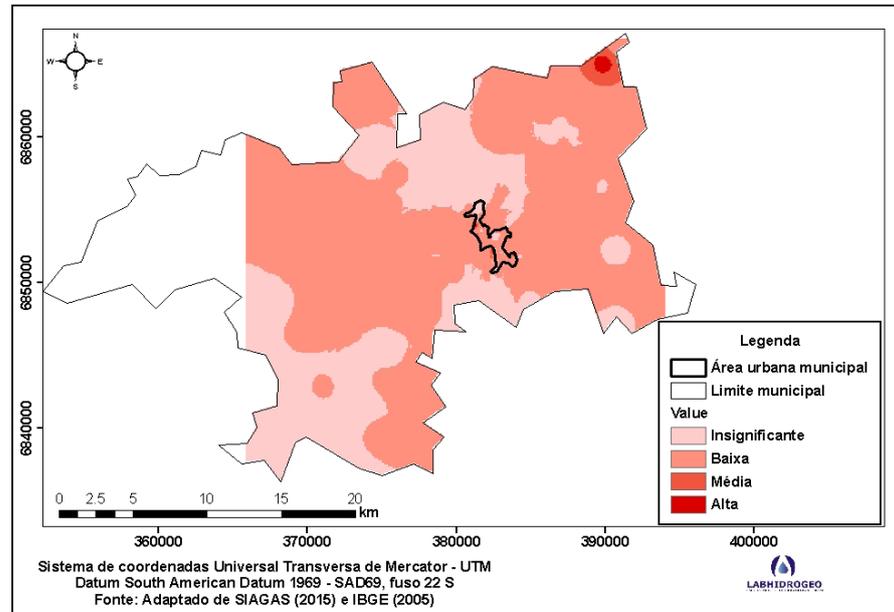


Figura 3 – Vulnerabilidade natural do aquífero à contaminação em Marau – RS.

Fonte: Adaptado de Foster et al. (2006) e SIAGAS (2015).

Em relação a SP, os valores estão ilustrados na Figura 4. Como pode ser observado, os valores variaram de 34,69 a 735,62 m. Heath (1982) diz que a SP, nada mais é do que uma superfície que representa a carga total em um aquífero, ou seja, ela representa a altura acima do *datum* a qual o nível da água se encontra.

Nesse sentido, os menores valores de SP indicam as zonas de descarga já os maiores indicam as zonas de recarga do aquífero (MONTEIRO, 2003). Assim, na área de estudo, é possível identificar que as zonas de recarga (maiores valores) estão localizadas próximas a zona urbana, podendo ocasionar problemas relacionados a dispersão dos poluentes ao longo do perfil do solo e posterior contaminação do aquífero. Pode-se observar também que as áreas de recarga e descarga, estão localizadas nas classes de vulnerabilidade insignificante e baixa, principalmente.

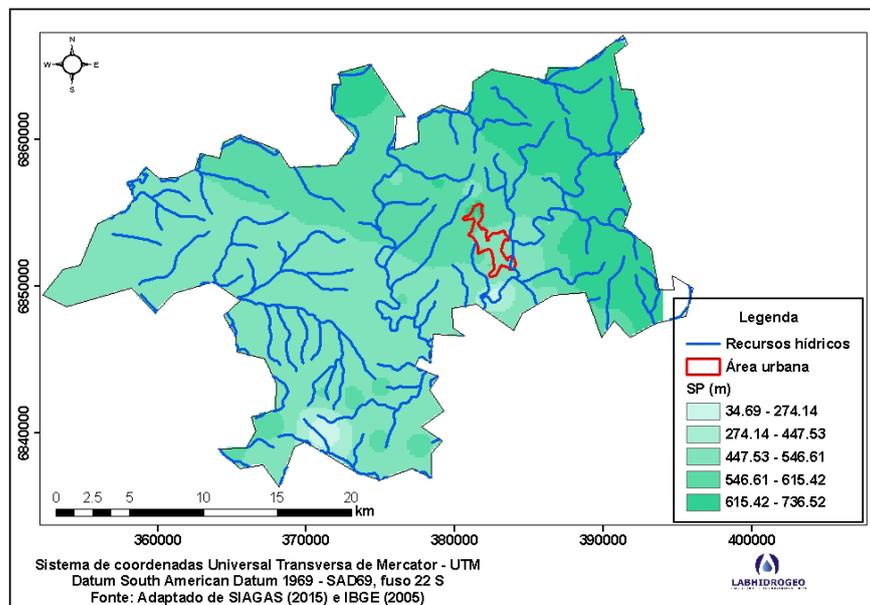


Figura 4 – Variação da superfície potenciométrica em Marau – RS.

Fonte: Adaptado de SIAGAS (2015).

## 4 | CONCLUSÃO

O uso do sistema GOD (FOSTER et al., 2006) mostrou-se eficiente para a determinação da vulnerabilidade natural do aquífero à contaminação no município de Marau-RS. Foi possível identificar que a área apresenta boas condições naturais de proteção do meio subterrâneo. Esse fato pode-se dar em decorrência do nível estático estar em grande profundidade, da condição confinante do aquífero proporcionado pela FmSG e seus produtos de intemperização. Indica-se a realização de demais estudos hidrogeológicos visando aprimorar os resultados obtidos nesse estudo, elencando as áreas mais apropriadas para a alocação de atividades causadoras de impacto ambiental.

## AGRADECIMENTOS

O segundo autor agradece a CAPES/CNPq pelo apoio financeiro através da bolsa de pós-graduação do PPGEAmb/UFSM.

## REFERÊNCIAS

ALLER, L. et al. A standardized system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeologic settings. **Environmental Protection Agency**, Chicago, 58 p. 1987.

BORBA, W. F. et al. Avaliação da vulnerabilidade intrínseca à contaminação do aquífero na região norte do estado do Rio Grande do Sul. In: XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS,

2015, Brasília. **Anais...** Brasília: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2015.

BORBA, W. F. et al. Determinação da vulnerabilidade natural à contaminação do aquífero serra geral em Frederico Westphalen-RS. In: XXI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2015, Brasília. **Anais...** Brasília: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2015.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (Brasília, DF). **Mapa Geológico do Rio Grande do Sul**. Brasília, 2007. 1 mapa. Escala: 1:750.000.

FERNANDES, G. D. A. et al. Estimativa da vulnerabilidade natural à contaminação do Aquífero Serra Geral em Boa Vista das Missões-RS. In: 15º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 2015, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Associação Brasileira de Geologia e Engenharia Ambiental, 2015.

FERNANDES, G. D. A. et. Al. Determinação da vulnerabilidade natural à contaminação do aquífero e Superfície Potenciométrica em Taquaruçu do Sul - RS. In: 15º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 2015, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Associação Brasileira de Geologia e Engenharia Ambiental, 2015.

FOSTER, S. et al. Proteção da qualidade da água subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agencias ambientais. **Groundwater Management Advisory**, Washington, 114 p. 2006.

GOLDEN SOFTWARE. Surfer 8: User's guide. **Golden Software**, Colorado, 640 p. 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasília – DF). **Mapeamento Topográfico**. 2005. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default\\_prod.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm)>. Acesso em: 14 nov. 2014.

LANDIM, P. M. B. **Introdução aos métodos de estimativa espacial para confecção de mapas**. DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatemática, Texto Didático 02, 20 pp. 2000. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>>. Acesso em: 12 nov. 2014.

LANDIM, P. M. B.; MONTEIRO, R. C.; CORSI, A. C. **Introdução a confecção de mapas pelo software SURFER**. DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatemática, Texto Didático 08, 21 pp. 2002. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>>. Acesso em: 12 novembro 2014.

MACHADO, J. L. F.; FREITAS, M. A. **Projeto mapa hidrogeológico do Estado do Rio Grande do Sul**: relatório final. Porto Alegre: CPRM, 2005. Escala 1:750.000.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MARAU – RS. **Pesquisa Geral**. Disponível em: <<http://www.pmmarau.com.br/marau/11/historia>>. Acesso em: 07 dezembro 2014.

PERALTA, E. A.; FRANCES, A. L.; RIBEIRO, L. F. Avaliação da vulnerabilidade do Sistema Aquífero dos Gabros de Beja e análise crítica das redes de monitorização no contexto da directiva quadro da água. In: VII SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA, 2005, Évora. **Anais...** Évora: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2005.

REGINATO, P. A. R.; AHLERT, S. Vulnerabilidade do Sistema Aquífero Serra Geral na Região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. **Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 27, p. 32–46, 2013.

RIBEIRO, K. D.; MENEZES, S. M.; MESQUITA, M. G. B. F. et al. Propriedades físicas do solo, influenciadas pela distribuição de poros, de seis classes de solos da região de Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1167-1175, 2007.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Mapa das Bacias**

**Hidrográficas e Municípios do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, 2004. Escalas variam.

SILVA, J. L. S da; DESCOVI FILHO, L. L. V.; LORENSI, R. P. et al. Vulnerabilidade do Aquífero Serra Geral à contaminação no município de Erechim - Rio Grande Do Sul - Brasil. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 35, p. 10-23, 2013.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. **Pesquisa Geral**. Disponível em: <[http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa\\_complexa.php](http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php)>. Acesso em: 14 nov. 2014.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**MARCIA REGINA WERNER SCHNEIDER ABDALA** Mestre em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, Graduada em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Possui experiência na área de Educação a mais de 06 anos, atuando na área de gestão acadêmica como coordenadora de curso de Engenharia e Tecnologia. Das diferentes atividades desenvolvidas destaca-se a atuação como professora de ensino superior atuando em várias áreas de graduações; professora de pós-graduação *lato sensu*; avaliadora de artigos e projetos; revisora de revistas científicas; membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de cursos de graduação. Atuou como inspetora de Aviação Civil, nas áreas de infraestrutura aeroportuária e segurança operacional em uma instituição federal.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-245-6



9 788572 472456