

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA 2

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA 2

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Engenharia sanitária e ambiental: recursos hídricos e tratamento de água 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia sanitária e ambiental: recursos hídricos e tratamento de água 2 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0382-1

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.821222208>

1. Engenharia sanitária e ambiental. 2. Água. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 628

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

O e-book intitulado: “Engenharia sanitária e ambiental: Recursos hídricos e tratamento de água 2” é constituído por quatorze capítulos de livros que se distribuem em três eixos-temáticos: *i)* gerenciamento de resíduos sólidos e potencial de contaminação de recursos hídricos por combustíveis; *ii)* certificação e qualidade dos sistemas de tratamento de esgoto e; *iii)* implantação e análise físico-química e biológica de fontes de captação de água para fins potáveis.

Os capítulos de 1 a 3 apresentam estudos que procuraram avaliar: *i)* o gerenciamento de resíduos sólidos proveniente de um restaurante no município de Morros/MA; *ii)* avaliação de normas e medidas de prevenção de contaminação de recursos hídricos por substâncias e derivados de combustíveis comercializados nos postos de abastecimento em áreas urbanas e; *iii)* avaliação e levantamento de patologias presentes em canais de drenagem de águas residuárias na cidade de Aracajú/SE.

Do quarto ao sexto capítulo, os estudos investigaram: *iv)* requisitos para a obtenção de qualidade ambiental (ISO 14.001) na estação de tratamento de esgoto (ETE) da cidade de Petrolina/PE; *v)* aplicação de sistemas de gestão para melhoria da eficiência de ETE e; *vi)* avaliação financeira para implantação e uso de fossa séptica em escolas.

Os capítulos de 7 a 14 apresentam estudos que procuraram avaliar a implantação e análise de sistemas de abastecimento de água a partir de diferentes fontes de captação. Entre os quais, destaca-se: *vii)* a implantação e otimização de um sistema de abastecimento de água em setores da cidade de Guarapiranga/SP; *viii)* eficiência do processo de cloração na desinfecção de águas para fins potáveis no município de São Mateus e na área rural da cidade de Aracruz, ambas no estado do Espírito Santo; *ix)* estudo comparativo de espacialização no Rio Itacolomi/CE entre os anos de 1990 a 2020; *x)* avaliação de parâmetros físico-químicos da água do Rio Parnaíba destinada a atividade de piscicultura; *xi)* avaliação do sistema de abastecimento de água no município de Montes Claros/MG oferecido pela concessionária municipal (AMASBE) e estadual (COPASA); *xii)* condições de abastecimento de água em comunidade pesqueira no município de Paço do Lumiar/MA; *xiii)* avaliação e análise das condições de saneamento básico na comunidade Menino Jesus na cidade de Candeias/BA e; *xiv)* interligação da gestão de recursos hídricos e a disseminação do vírus Zika e a incidência de microcefalia na região nordeste brasileira.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS: ESTUDO DE CASO EM UM RESTAURANTE NO MUNICÍPIO DE MORROS, MARANHÃO

Allison Pires dos Santos

Andréa Patrícia Castro Leite

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222081>

CAPÍTULO 2..... 18

ESTUDO DAS NORMAS E MEDIDAS DE SEGURANÇA APLICADA EM POSTOS DE ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEIS EM REGIÃO DA CIDADE DE MANAUS (AM)

Wendel Miguel Barbosa Alves

Cristianlia Amazonas da Silva Pinto

Sávio Raider Marques Sarkis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222082>

CAPÍTULO 3..... 29

LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS NO CANAL DE DRENAGEM DA AVENIDA JOSÉ CONRADO DE ARAÚJO, EM ARACAJU, SERGIPE

Zacarias Caetano Vieira

Carlos Gomes da Silva Júnior

Juliany Souza Palmeira

Carla Mirele Souza dos Santos

Carla Suellen Alves Santos

Rosilma Almeida da Silva

Alan Matheus dos Santos Mota

Laline Cristine Gomes de Araújo

Diego Fabrício Rodrigues Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222083>

CAPÍTULO 4..... 38

O ACOMPANHAMENTO DOS REQUISITOS LEGAIS ASSOCIADOS A CERTIFICAÇÃO ISO 14.001 NA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO CENTRO – PETROLINA

Marcella Vianna Cabral Paiva

Raquel da Silva Bonfim

Silvia Mariana da Silva Barbosa

Tatiana de Oliveira Calado

Elisabeth Laura Alves de Lima

Silvanete Severino da Silva

Taiane de Carvalho Amorim

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222084>

CAPÍTULO 5..... 48

UTILIZAÇÃO DE SISTEMA DE GESTÃO DE SERVIÇOS DE SANEAMENTO PARA MELHORIA DA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DE ESGOTO

Marcella Vianna Cabral Paiva

Taiane de Carvalho Amorim
Sílvia Mariana da Silva Barbosa
Tatiana de Oliveira Calado
Raquel da Silva Bonfim
Elisabeth Laura Alves de Lima
Silvanete Severino da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222085>

CAPÍTULO 6..... 60

ANÁLISE FINANCEIRA DE CONSTRUÇÃO E USO DE FOSSA SÉPTICA COM DIFERENTES VOLUMES EM ESCOLA

Zacarias Caetano Vieira
Carlos Gomes da Silva Júnior
Alan Matheus dos Santos Mota
Laline Cristine Gomes de Araújo
Diego Fabrício Rodrigues Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222086>

CAPÍTULO 7..... 66

IMPLANTAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DO SETOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA GRAJAU E MARILDA

Richard Welsch
Thiago Santim
Henrique dos Santos de Oliveira
Edilson Souza Santos
Alessandro Esmeraldo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222087>

CAPÍTULO 8..... 77

DIAGNÓSTICO E DESINFECÇÃO DA ÁGUA PARA USO RESIDENCIAL

Aloísio José Bueno Cotta
André Romero da Silva
João Pedro Brunelli Souza
João Luca do Livramento
Bernardo Soares Pirola
Emanuelly Souza de Menezes
Igor Donizete Nunes Bravo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222088>

CAPÍTULO 9..... 87

ANÁLISE COMPARATIVA E ESPACIALIZAÇÃO DO PARÂMETRO CN (*CURVE NUMBER*) NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITACOLOMI, CEARÁ, ENTRE OS ANOS DE 1990, 2005 E 2020

Ulisses Costa de Oliveira
Edilson Holanda Costa Filho
Ana Maria Maia
Cleverton Caçula de Albuquerque

Priscila Soares Mendonça
Natália Pinheiro Xavier
Willian Richard de Souza Cidral
Wartyson Douglas Santos de Menezes
Izaias de Souza Silva
Carlos Alberto Mendes Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8212222089>

CAPÍTULO 10..... 95

VIABILIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DO RIO PARNAÍBA NO USO DA PISCICULTURA

Denise Aguiar dos Santos
Eliaquim Alves dos Santos Melo
José Guilherme Pinho Oliveira Sales
Mony Daniel Barros Costa
Thalison Cleto Silva Ferreira
Marcelo Richelly Alves de Oliveira
Maxwell Lima Reis
Maria Dulce Pessoa Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.82122220810>

CAPÍTULO 11..... 108

ANÁLISE DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE MONTES CLAROS – MG

Luma Soares Costa
Lorena Maria Guimarães Alves
Guilherme Augusto Guimarães Oliveira
Camila Santos Cordeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.82122220811>

CAPÍTULO 12..... 117

ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA COMUNIDADE PESQUEIRA DA PRAIA OLHO DE PORCO, PAÇO DO LUMIAR, MA, BRASIL: UM DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO

Jennipher Rafaele Costa Bezerra Muniz
Juliana de Faria Lima Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.82122220812>

CAPÍTULO 13..... 129

SANEAMENTO BÁSICO EM MENINO JESUS - CANDEIAS/BA: UMA ABORDAGEM CRÍTICA SOBRE O CENÁRIO ATUAL

Sergio Sacramento dos Santos
Ingrid de Oliveira Mario
Ailmara Karoline Correia Teófilo
Martilo Cirino Cardoso Neto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.82122220813>

CAPÍTULO 14.....	143
GESTÃO DE ÁGUA, ZIKA E OS CASOS DE MICROCEFALIA NO NORDESTE DO BRASIL	
Estela Miridan Rosas	
Alessandra Moraes da Rocha	
Carlos José Sousa Passos	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.82122220814	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	155
ÍNDICE REMISSIVO.....	156

CAPÍTULO 2

ESTUDO DAS NORMAS E MEDIDAS DE SEGURANÇA APLICADA EM POSTOS DE ABASTECIMENTO DE COMBUSTÍVEIS EM REGIÃO DA CIDADE DE MANAUS (AM)

Data de aceite: 01/08/2022

Data de submissão: 28/06/2022

Wendel Miguel Barbosa Alves

Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de tecnologia
Manaus - AM
orcid.org/0000-0002-7245-3290

Cristianlia Amazonas da Silva Pinto

Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de tecnologia
Manaus - AM
orcid.org/0000-0002-1121-857X

Sávio Raider Marques Sarkis

Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de tecnologia
Manaus - AM
orcid.org/0000-0001-7275-044X

RESUMO: Apresenta-se nesse projeto o material produzido para realização do estudo dos riscos de contaminação que postos de combustíveis da cidade de Manaus apresentam aos lençóis subterrâneos da cidade. A vulnerabilidade do solo, levada em consideração no estudo, fez-se perceber o quão necessário é o seguro armazenamento de combustíveis, uma vez que podem vir a contaminar não somente o solo, mas também o aquífero que abastece a localidade. Utilizando várias referências técnicas e correlacionando uma série de dados, foi possível confeccionar planilhas com as localizações dos postos da cidade de Manaus, a zona da cidade

com maior número de postos e, em conjunto com mapas hidrográficos da cidade, determinaram-se as regiões que apresentam maior fragilidade e risco de contaminação por vazamento de combustíveis. Foram realizados estudos e visitas em postos de combustíveis na cidade a fim de se verificar a conformidade legislativa dos locais, como é realizado o armazenamento, medidas de segurança para prevenção e contenção de derrames de óleo e como os funcionários estão preparados para lidar com essas situações. Em todo o município de Manaus, as regiões que necessitam de maiores cuidados são as regiões Norte e Sul, devido ao elevado número de postos localizados chegando a atingir 46% do total de postos em todo o município. A região oeste, apesar de não possuir um valor elevado de postos de abastecimento na região, deve ser levada em consideração por apresentar a maior vulnerabilidade de aquífero, sendo este atingido em cerca de 20 metros de profundidade.

PALAVRAS-CHAVE: Segurança ambiental; Aquíferos; Postos de combustíveis.

STUDY OF SAFETY STANDARDS AND MEASURES APPLIED TO FUEL SUPPLY STATIONS IN A REGION OF THE CITY OF MANAUS (AM)

ABSTRACT: The project presents the material produced to carry out the study of the risks of contamination that gas stations in the city of Manaus present to the city's underground water. The vulnerability of the soil, taken into account in the study, made it clear how necessary is the safe storage of fuels, since they can contaminate not only the soil, but also the aquifer that supplies the

locality. Using several technical references and correlating a series of data, it was possible to create spreadsheets with the locations of the stations in the city of Manaus, the area of the city with the highest number of stations and, together with hydrographic maps of the city, the regions that have greater fragility and risk of contamination by fuel leakage. Studies and visits were carried out at gas stations in the city in order to verify the legislative compliance of the places, how the storage is carried out, safety measures for the prevention and containment of oil spills and how the employees are prepared to deal with these situations. Throughout the city of Manaus, the regions that need greater care are the North and South regions, due to the high number of health centers located, reaching 46% of the total number of health centers in the entire municipality. The western region, despite not having a high value of service stations in the region, should be taken into account because it presents the greatest vulnerability of the aquifer, which is reached in about 20 meters of depth.

KEYWORDS: Environmental security; Aquifers; Fuel stations.

1 | INTRODUÇÃO

Em Manaus, existem cerca de 2000 poços catalogados para monitoramento e exploração dos recursos hídricos na cidade, sendo a maior parte deles para uso doméstico. Esses poços estão espalhados por todo o município e com diferentes profundidades, devido às diferentes profundidades necessárias para atingir o aquífero. Nota-se a concentração de postos em regiões com maior população, tais como as regiões Norte e Centro-sul.

Em contrapartida, existem aproximadamente 290 postos de combustíveis com autorização para abastecimento na cidade e os mesmos são distribuídos por todas as zonas distritais da cidade. Percebe-se, no entanto, a concentração de postos em bairros com as maiores taxas de população, fazendo com que a sua região apresente um inchaço de postos de combustíveis. Podem ser citadas as regiões Centro-Sul, Norte e Sul da cidade com cada região apresentando, respectivamente, 60, 66 e 68 postos autorizados para revenda e distribuição de gasolina, totalizando 68% da quantidade total de postos na cidade.

Devido ao grande número de postos na cidade e devido às condições do solo que separa as reservas hidrográficas subterrâneas da superfície, tornam-se mais importantes os cuidados para que a água que abastece grande parte da população não apresente contaminação por combustíveis nocivos à saúde humana quando ingeridos.

A fim de evitar desastres provenientes do mau armazenamento de combustíveis e condições precárias de estocagem, surge a necessidade de monitoramento de postos nas regiões onde os aquíferos apresentam maior vulnerabilidade de contaminação a partir da superfície terrestre.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo o Diário Oficial de Manaus (2010):

"A cidade de Manaus é situada no coração da floresta amazônica. Com mais de 2,1 milhões de habitantes, de acordo com o último censo demográfico realizado em 2018, a cidade é a capital do estado do Amazonas e a mais importante de toda a Amazônia ocidental. Sua localização geográfica é dada pela sua latitude de 3° 06' 26" sul e com longitude de 60° 01' 34" oeste." (Diário Oficial de Manaus, 2010)

O relevo apresenta altitude máxima inferior a 100 metros em relação ao nível do mar e tem como características as planícies, os baixos planaltos e as terras firmes, sendo a primeira a predominante em praticamente toda a cidade.

2.1 Formação geológica

O conjunto de rochas que compõem o quadro litoestratigráfico da região de Manaus faz parte da Bacia sedimentar amazônica com sua área emersa da região na Formação Alter do Chão.

A formação rochosa Alter do Chão, uma formação que teve sua deposição sedimentar no final do período cretáceo e se prolongou até o período terciário, apresenta deposições rochosas dos tipos arenitos avermelhados, argilitos e conglomerados além de brechas intraformacionais, tradicionalmente atribuídos a sistemas fluviais e lacustre/deltaico.

2.2 Hidrogeologia da região

De acordo com Daemon (1975, p.58):

"A cidade de Manaus é localizada na região do aquífero Alter do chão que possui volume de água de 86 mil km³ e pouco mais de 400 mil km² de área abrangendo parte dos estados do Amazonas, Pará e Amapá. Este aquífero é considerado do tipo misto por apresentar um aquífero livre em sua porção superior com profundidade em torno de 50 m, além de um aquífero denominado fechado ou confinado em sua parte inferior, com profundidade de 430 m sendo esse de difícil acesso."

A seguir, na Figura 1, apresenta-se a representação esquemática do aquífero Alter do Chão:



Figura 1: Representação da área do aquífero Alter do Chão. (PENA, 2014)

2.3 Comportamento dos combustíveis em subsuperfície

Para que se possa compreender de que maneira os combustíveis derivados do petróleo se comportam mediante ao seu escoamento em subsuperfície, é necessário levar em consideração características destes fluidos em relação a água fazendo com que seja possível um estudo de caso do tema. Segundo Freeze, essas características são a sua alta solubilidade, variando entre 20 e 80 mg/L e a menor densidade quando comparado com a água.

A partir de um vazamento, dependendo das condições de permeabilidade do solo, o processo de migração da gasolina em direção ao lençol freático se dá por três estágios distintos:

- 1) O combustível se infiltra no terreno devida atuação da gravidade;
- 2) Ao atingir o lençol freático a infiltração do combustível cessa;
- 3) Ocorre a migração lateral do combustível dissolvido de acordo com o fluxo das águas subterrâneas.

No último estágio a chamada pluma de contaminação pode atingir distâncias consideráveis dependendo do volume de combustível vazado (Figura 2).

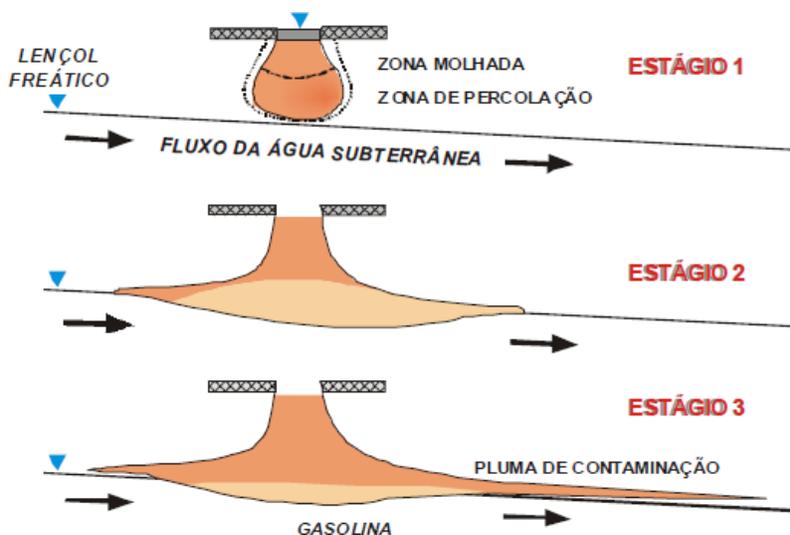


Figura 2: Estágios de migração da gasolina infiltrada no subsolo até o lençol freático. (SIQUEIRA et al, 2002)

3 I MÉTODOS UTILIZADOS

Os métodos utilizados neste projeto partiram do conceito de análise de riscos de contaminação de postos de combustíveis em Manaus, uma vez que o tema se relaciona com a saúde humana e o risco de contaminação ao meio ambiente. Com base nisso, a metodologia se dividiu em 6 partes, adequando-se a metodologia proposta por Siqueira *et al* (2002):

- 1) Levantamento de dados preliminares;
- 2) Obtenção de dados cadastrais dos postos de combustíveis na Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP);
- 3) Correlação dos dados obtidos com informações distritais da cidade;
- 4) Análise de zona de estudo de acordo com as características do aquífero Alter do Chão;
- 5) Obtenção de dados por meio de inspeção de postos de abastecimento condizentes ao local definido para estudo;
- 6) Tratamento estatístico dos dados levantados.

Com base na divisão metodológica, pode-se identificar que o trabalho fora simplificado para não abordar temas como o período de exposição e o índice de toxicidade dos contaminantes.

3.1 Levantamentos Preliminares

Na primeira fase do projeto, foram utilizadas as normas vigentes de segurança dos

postos de combustíveis na cidade de Manaus para que se identifique como deveriam ser realizados os planos de combate a vazamentos dos tanques como de riscos de acidentes de trabalho nos postos.

Baseou-se nas leis do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), além da Norma Regulamentadora 20 que rege o que diz respeito à segurança de operação em postos de abastecimento.

3.2 Obtenção de dados dos postos de combustíveis de Manaus

Nesta etapa, fora realizada uma busca dos dados cadastrais dos postos de combustíveis que possuem licença para a revenda de combustíveis na cidade. Essa busca teve como principal objetivo definir a quantidade de postos na cidade, como a distribuição dos postos de deu na cidade e quais fatores levaram a essa distribuição para que na etapa de definição da área de estudo, possa ser levados tais dados em consideração.

3.3 Correlação dos dados obtidos com informações distritais da cidade

Buscou-se agora a relação distrital da cidade com informações de habitantes por bairro e por zona distrital, bem como a divisão das zonas distritais para somar com os dados obtidos na etapa anterior, a fim de que se possua uma maior precisão na etapa posterior de determinação da localização para estudo aprofundado do tema.

3.4 Análise de zona de estudo de acordo com as características do aquífero

Nesta etapa é realizado, a partir de cartas divulgadas pelo Serviço geológico do Brasil CPRM, o estudo hidrogeológico da cidade onde são apresentados aspectos como vulnerabilidade, volume de água, zona de transmissividade e zona de produtividade e do aquífero Alter do Chão bem como a topografia da região de Manaus.

Com esses mapas e os dados obtidos anteriormente decidiu-se à zona a ser estudada, em função da maior vulnerabilidade a contaminação tomando a região mais suscetível a vazamentos dos tanques de armazenagem.

3.5 Obtenção de dados por inspeção

A inspeção no local de estudo serviu para obter as informações relevantes ao estudo da pesquisa nesse projeto. A luz das normativas legais para os postos autorizados a revenda de combustíveis elaborou-se um questionário, para facilitar a entrevista *in loco* e o entendimento dos dados em análise junto aos possíveis entrevistados nos locais. O questionário fora dividido em tópicos:

- **Dados gerais:** Seção destinada aos dados gerais do posto analisado, com nome de responsável, Localização, tempo de operações do posto, bandeira e distribuidor.
- **Licenciamento:** Seção que trata das licenças e certificados necessários para funcionamento do estabelecimento.

- Análise de distribuição: Parte do questionário que trata de fiscalização do combustível que chega ao local por meio de distribuidoras autorizadas.
- Trabalhadores e controle de operações: Seção que diz respeito à quantidade de trabalhadores empregados no local, as qualificações e competências dos mesmos, a existência de um controle de fluxo de vendas e compras, medidas de segurança adotadas para prevenção de contaminação de efluentes e localizações próximas.
- Tanques armazenadores: Seção final que trata das especificações dos armazenadores de combustível, testes de integridade dos tanques, quantidade de fiscalizações realizadas e métodos de detecção de vazamentos presentes.

3.6 Tratamento estatístico dos dados

Na etapa final foi visado demonstrar os dados catalogados no decorrer deste. A correlação das informações favoreceu a apresentação dos resultados de modo mais acessível, inclusive quanto ao retorno a sociedade. As informações quando filtradas demonstram de modo mais prático as atitudes que devem ser tomadas em determinada área diante da realidade coletada. Diante disso, determinou-se o que pode ser feito no local de estudo para se evitar vazamentos ou, se por ventura houver, como minimizar o prejuízo ambiental com um possível vazamento em progresso.

4 | RESULTADOS

Ao pesquisar sobre os poços tubulares na cidade de Manaus, fora descoberto uma problemática bastante séria, o uso descontrolado dos aquíferos e sua diminuição exponencial de volume devido ao grande número de poços clandestinos e sem fiscalização na cidade. Com base no mapa hidrogeológico do SIAGAS, Manaus apresenta 2000 poços cadastrados no seu sistema, o órgão estima ainda que existam mais de 300 poços clandestinos na cidade, sem ter fiscalização ou controle de vazão, gerando um esgotamento de recurso descontrolado na cidade.

Com base nos estudos realizados na seção 3.1, determinou-se que as regulamentações legais se encontram nas seguintes leis:

- Licenciamento ambiental (CONAMA);
- Ordenamento do LMC segundo a ANP;
- Análise de distribuição de combustíveis (ANP);
- Treinamento e frequência segundo NR 20;
- Conformidade de tanques armazenadores segundo ANP e NR 20;
- Medidas de precaução e segurança em caso de vazamentos de combustíveis de acordo com CONAMA, ANP e NR 20.

Após pesquisar sobre a quantidade de postos atuantes na cidade de Manaus, elaborou-se uma planilha com dados de todos os postos cadastrados na Agência Nacional de Petróleo incluindo N° de autorização da ANP, Data de publicação no Diário Oficial da União, Código SIMP, Razão social, CNPJ, Endereço, Cep, município e data de vinculação à distribuidora, além disso foi adicionado o bairro ao qual está localizado, bem como a região distrital e as coordenadas geográficas dos mesmos (Figura 3).

Pode-se perceber que as maiores concentrações dos postos de combustíveis na cidade de estudo são as regiões centro-sul e norte, sendo a primeira devido à idade de habitação local, sendo essa a parte mais antiga da cidade e, a segunda devido ao grande volume populacional presente nesta região, em função da expansão da cidade.

Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
Superintendência de Distribuição e Logística
Data de extração dos dados: 19/09/2018

POSTO REVENDEDOR - Revendedor Varejista de Combustíveis Automotivos Em Operação

Nº Autorização	Data Publicação DOU - Autorização	Código Simp	Razão Social	CNPJ	ENDEREÇO	BAIRRO
PR/AM0090XXX	17/01/2011	11694XX	A FERNANDES DA SILVA PETROLEO	00.XXX.214/0001-25	ESTRADA DO PURAQUEQUARA, MGM DIREITA DO LAGO PURAQUEQUARA, S/N	SÃO JOSÉ OPERÁ
PR/AM0024XXX	20/08/2002	10008XX	LUIZ MONTEIRO DA COSTA	00.XXX.286/0001-72	RUA FERREIRA PENA, 591, S/N	CENTRO
PR/AM0009XXX	30/05/2001	1000854XX	LUIZ MONTEIRO DA COSTA	00.XXX.286/0002-53	AVENIDA PROFESSOR NILTON LINS, 17	FLORES
PR/AM0021XXX	27/05/2003	10008XX	R R COMERCIO E REPRESENTACOES LTDA	00.XXX.287/0001-80	AVENIDA NOEL NUTELS, 3179	CIDADE NOVA
PR/AM0006XXX	04/04/2001	10013XX	AUTO POSTO SAMIRA LTDA	00.XXX.015/0001-52	AVENIDA CARVALHO LEAL, 1681	CACHOEIRINHA
PR/AM0211XXX	02/05/2007	10550XX	A C DE SOUSA LUBRIFICANTES LTDA	00.XXX.097/0001-66	AVENIDA SILVES, 780	CACHOEIRINHA
PR/AM0168XXX	07/05/2004	1585XX	A C DE SOUSA LUBRIFICANTES LTDA	00.XXX.097/0005-90	AVENIDA SILVES, 754	CACHOEIRINHA
PR/AM0004XXX	15/03/2001	10021XX	AUTO POSTO MANAUARA LTDA	01.XXX.399/0001-38	AVENIDA ANDRE ARAUJO, 160	ALEIXO

Figura 3: Parte da planilha de Dados Catalogados dos Postos Revendedores de combustíveis da Cidade de Manaus. (Autor, 2018)

Entretanto, para definir a zona de estudo o alto índice de postos por região não é suficiente para determinar locais de alto risco de contaminação de aquíferos, pois, faz-se necessário um estudo de vulnerabilidade do aquífero para se correlacionar com os dados obtidos. De acordo com estudo realizado nas cartas hidrogeológicas de Manaus, a região com maior vulnerabilidade é a região oeste da cidade, no bairro do Tatumã, tendo como profundidade de topo do aquífero atingindo apenas 6 metros de profundidade, enquanto que nas regiões citadas anteriormente, essa profundidade quadruplica chegando a valores de 24 a 30 metros. Portanto, levando em consideração a quantidade de postos na região oeste (47) e o índice de vulnerabilidade, a região que melhor se encaixa no estudo proposto é a oeste, que abrange a região do Tatumã.

A análise qualitativa dos dados obtidos fora extraída das visitas aos postos de combustíveis na área de estudo selecionada. Para a amostragem foram elencadas

informações pertinentes a 03 postos, sendo eles com idades de operação variando de 07 a 19 anos.

O posto número 1 localizado na Av. do Turismo, visitado na data 13/06/2019 pôde-se notar, de acordo com o questionário feito, que a empresa responsável zela pelo comprometimento com questões ambientais, trabalhistas e regulamentos que regem o funcionamento.

Por ser um posto com tempo de funcionamento de aproximadamente 07 anos, o mesmo não apresentou problemas com vazamento dos tanques. Recomenda-se que ao decorrer do tempo útil do tanque, as análises e testes de armazenamento se tornem mais constantes, além de preparar com mais frequência os funcionários para um episódio sinistro, possível vazamento. Verificou-se que, atualmente, os funcionários são treinados 1 vez ao ano para questões de operação, segurança e saúde em postos de combustíveis.

O posto número 2 localizado próximo a rotatória da Ponta Negra, de forma geral também se adequou às leis e normativas atribuídas aos postos de combustíveis, apesar de não ser tão rígido como o citado anteriormente. A ausência de boletins de conformidade em análises de combustíveis a partir da distribuidora e o preenchimento do Livro de Movimentação de Combustíveis (LMC), fazem com que o revendedor possa no futuro ter problemas na validação de registros necessários para funcionamento.

Quanto aos tanques armazenadores, os mesmos necessitam de cuidados especiais por se encontrar em operação por 12 anos. Associado a negligências de não se manter um histórico adequado quanto aos testes de armazenamento, estima-se que esse local possa oferecer riscos quanto aos principais problemas de vazamento e contaminação de subsolo. Ainda, no posto 2 foi relatado que a forma de recuperação de gases de tanques de armazenamento se dá no próprio armazenador, por um sistema de autodetecção de formação de gases utilizado ao se realizar o abastecimento desses tanques.

O posto número 3, abordado na data de 13/06/2019, localizado também na avenida do Turismo foi o que se obteve um melhor *feedback* quanto a aplicação do questionário realizado, melhor contribuição e receptividade quanto a divulgação das informações. Nele fora constatado a alteração de proprietário no ano de 2013, sendo o mesmo inaugurado em 2000.

Todas as licenças e certificados se encontram em local visível e de fácil acesso. As análises de combustíveis provenientes da distribuidora estão localizadas em um arquivo da empresa e conta com mais de 100 resultados. Pode-se notar que a quantidade de funcionários contratados reflete na frequência de treinamento dos mesmos variando de 6 meses a 2 anos, dependendo do tipo de treinamento.

O posto número 3 possui também a maior capacidade de armazenamento entre os postos vistoriados (60 mil litros) e foram trocados em 2013 devido a um problema com o antigo proprietário o que ocasionou na troca dos mesmos, devido a um teste com possibilidade de vazamentos, posteriormente descoberto que não houve contaminação

devido a malha de segurança presente.

5 | CONCLUSÕES

De acordo com os dados catalogados via ANP e o censo demográfico da região metropolitana da cidade de Manaus, pode-se notar que existe uma concentração de postos de combustíveis em locais com um alto fluxo de pessoas, como era de se esperar. Dependendo da região, essa concentração se dá devido à idade de habitação do local, a exemplo da zona centro-sul da cidade, ou devido ao crescimento da cidade, em regiões mais distantes, relativamente novas na cidade, contudo bastante desenvolvida, caso da região Norte da cidade.

Infere-se ainda, que existe um alto número de postos de combustíveis na cidade de Manaus quando comparadas a outras capitais da região Norte do país. Isso porque a cidade de Manaus possui um desenvolvimento baseado no seu polo industrial, fazendo com que ocorra um grande crescimento da população que mora na cidade de Manaus provenientes de outros estados, fazendo com que o número de veículos aumente, e, por consequência, o número de postos tenham a tendência de aumentar.

O crescimento da população causou outro risco não abordado no projeto que é o grande número de poços cadastrados produtores de água na cidade, cerca de 2000, de acordo com o sistema de informações de águas subterrâneas SIAGAS. Esse número elevado gerou, nos últimos 20 anos uma exaustão do aquífero da região fazendo com que seus níveis de água atinjam volumes críticos afetando toda a cidade.

Os postos de combustíveis visitados apresentam, no geral, um adequamento satisfatório as norma e leis vigentes na cidade. No entanto alguns postos precisam se atentar mais a questões ambientais e realizar um maior número de testes de comportamento de fluidos nos tanques armazenadores além de buscar maneiras alternativas de armazenamento e tratamento de resíduos. Alguns postos estão localizados em locais que favorecem a contaminação de pessoas por ingestão de água contaminada, por serem localizados próximos a zonas residenciais, comerciais e de lazer.

O desgaste em tanques de armazenamentos varia de acordo com o modelo e projeto de vida útil do mesmo. Recomendou-se que utilizem inibidores de corrosão que não agridam o meio ambiente e que ao mesmo tempo não altere as condições do tanque ou do combustível armazenado. Uma maior frequência de treinamento dos contratados também se faz necessária para evitar erros de operação em casos de vazamentos.

REFERÊNCIAS

[1] AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS, **Cartilha dos postos revendedores de combustíveis, sexta edição**. 2017.

[2] COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM, **Cartas Hidrogeológicas da cidade de Manaus**. 2002

[3] COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM, **Sistema de informações de águas subterrâneas**. Disponível em <<http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>> Acesso em 09 de agosto de 2019.

[4] CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, **Resolução CONAMA nº 273**, 29 de novembro de 2000.

[5] DOCUMENTO OFICIAL DA UNIÃO; NR 20 – **Segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis**. 2018

[6] DAEMON R.F. 1975. **Contribuição à datação da Formação Alter do Chão, Bacia do Amazonas**. Rev. Bras. Geo. 5:58-84;

[7] **DIÁRIO OFICIAL DE MANAUS**, Edição 2135, Ano XI, 2010.

[8] FREEZE, R. A., CHERRY J. A.; **Groundwater Book**. Prentice-Hall Inc. 1979.

[9] PENA, R.F.A., **Aquífero Alter do Chão**. Disponível em <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/aquifero-alter-chao.htm>. Acesso em 05 de Agosto de 2019

[10] SIQUEIRA, W.; ANJOS, G.C.; SOUZA E. L. **Avaliação preliminar dos Riscos potenciais de contaminação das águas subterrâneas por postos de combustíveis no município de Belém**. 2002;

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aedes aegypti 140, 144

Agência Nacional do Petróleo (ANP) 22, 27

Água potável 76, 96, 108, 109, 110, 118, 130, 131, 133, 137, 146, 151

Aquífero 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 122

Arboviroses 140, 143, 144, 153

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) 132, 141

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 3, 17, 40, 47, 65, 85

B

Bacia Hidrográfica do Rio Itacolomi (BHRI) 87, 88, 89

Bactérias termotolerantes 77, 78, 79

Barragem 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115

Biocombustíveis 22, 27

C

Caixa d'água 77, 81, 82, 123

Captação de água 79, 80, 108, 109, 114, 116, 117, 118, 119, 121, 122

Cloração 77, 80, 81, 82, 83

Cloradores 77, 80, 81, 84, 85

Combustíveis 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 122

Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) 109, 110

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 14, 23, 28, 50, 58

Contaminantes 22, 38, 155

D

Desenvolvimento sustentável 130, 132, 141, 142

Desinfecção 50, 77, 79, 80, 122

Deterioração ambiental 35

Drenagem urbana 29, 30, 37, 124, 129, 130, 133

E

Ecossistema 126, 131

Empresa Baiana de Águas e Saneamento (EMBASA) 135

Escassez hídrica 108, 109, 115

Escoamento superficial 87, 88, 90, 92, 93

Esgotamento sanitário 49, 50, 57, 59, 117, 118, 120, 124, 125, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 136, 138, 143, 145, 147, 149

Estação de Tratamento de Água (ETA) 136

Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) 38, 40, 41, 42, 46, 52, 58

Estações Elevatórias de Esgoto (EEEs) 48, 50

F

Filtros anaeróbios 61

Fossa séptica 60, 61, 62, 65, 77, 139

Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) 65, 122, 127

Fundo das Nações Unidas para criança (UNICEF) 118

G

Gasolina 19, 21, 22

Gestão ambiental 1, 38, 39, 40, 45, 46, 47, 48

H

Hidrogeologia 20

I

Impactos ambientais 17, 38, 39, 40, 41, 42, 48, 130, 132, 139

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 59, 110, 115, 127, 130, 145

L

Lagos 109, 150

Legislação ambiental 1, 2, 4, 43, 101

Lençol freático 21, 22

Lodo 41, 42, 51, 52, 57, 61, 62

M

Macrodrenagem 30, 37

Mananciais 108, 109, 124, 125

Meio ambiente 1, 2, 3, 4, 5, 14, 15, 16, 22, 23, 27, 28, 38, 39, 40, 45, 47, 48, 50, 58, 59, 67, 87, 107, 108, 117, 118, 125, 126, 129, 130, 131, 132, 134, 142

Microdrenagem 30

Modelagem hidráulica 66, 68, 71, 74, 76

O

Organização das Nações Unidas (ONU) 131, 142

P

Patógenos 38, 77, 80, 85

Piscicultura 95, 96, 99, 100, 102, 106, 107

Plano Nacional do Saneamento Básico (PLANSAB) 133

Poços 19, 24, 27, 79, 80, 85, 109, 111, 114, 117, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 138, 152

Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) 4

Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) 2, 5

Poluentes atmosféricos 40

R

Reciclagem 2, 5, 6, 13, 14, 15, 16, 17, 126, 132

Recursos hídricos 19, 37, 43, 44, 59, 78, 108, 139, 142, 153

Represas 109, 150

Reservas hidrográficas 19

Resíduos sólidos 2, 3, 4, 5, 6, 17, 29, 32, 33, 35, 40, 41, 51, 117, 118, 122, 124, 125, 126, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 136, 137, 138, 140, 141

Reutilização 5, 16, 155

Rios 30, 96, 97, 106, 109, 139

S

Saneamento básico 3, 15, 17, 38, 39, 47, 48, 58, 59, 66, 67, 78, 108, 110, 117, 118, 120, 121, 124, 126, 128, 129, 130, 131, 133, 134, 136, 137, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 147, 150, 151, 152, 153, 154

Saúde pública 3, 4, 12, 118, 124, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 139, 140, 141, 143, 144, 146, 152, 153

Saxitoxinas 146

Sistema de Gestão Ambiental (SGA) 38, 39, 40, 45, 46, 47

Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento (SNIS) 130

Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) 4

Sustentabilidade ambiental 5

V

Vírus Zika 143, 153

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA 2

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA 2

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉ contato@atenaeditora.com.br
- 📷 @atenaeditora
- 📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br