



**Franciele Braga Machado Túllio
Lucio Mauro Braga Machado
(Organizadores)**

A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias 3

Atena
Editora
Ano 2020





**Franciele Braga Machado Túllio
Lucio Mauro Braga Machado
(Organizadores)**

A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias 3

Atena
Editora
Ano 2020



2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

A642 A aplicação do conhecimento científico nas engenharias 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Braga Machado Túllio, Lucio Mauro Braga Machado. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020. – (A Aplicação do Conhecimento Científico nas Engenharias; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-910-3

DOI 10.22533/at.ed.103201301

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovação. I. Túllio, Franciele Braga Machado. II. Machado, Lucio Mauro Braga. III. Série.

CDD 620.0072

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Pesquisa Científica e Inovação Tecnológica nas Engenharias 3” apresenta dezessete capítulos em que os autores abordam pesquisas científicas e inovações tecnológicas aplicadas em diversas áreas de engenharia, priorizando as áreas de ecologia, saneamento e saúde.

Nestes capítulos os autores utilizam a pesquisa científica para produzir conhecimento e inovação visando contribuir para bom uso de nossos recursos ambientais, cuidando da saúde de nosso planeta e dos que nele habitam.

A engenharia sendo usada para manejo de nossos mananciais, priorizando a exploração salutar de um de nossos maiores recursos naturais: a água.

A saúde da população sendo analisada pelo viés científico, a fim de orientar as políticas públicas na área.

Esperamos que o leitor faça bom uso das pesquisas aqui expostas e que estas possam embasar novos estudos na área. Boa Leitura!

Franciele Braga Machado Túllio
Lucio Mauro Braga Machado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A RELEVÂNCIA DA DISTÂNCIA FÍSICA DA UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE NA PREVENÇÃO E TRATAMENTO DE PATOLOGIAS NO SETOR JARDIM DAS PEROBEIRAS DE MINEIROS - GO	
Raffael de Carvalho Gonçalves Viviane Caldera Juliana Alves Burgo Godoi	
DOI 10.22533/at.ed.1032013011	
CAPÍTULO 2	5
ANÁLISE DOS REGISTROS DE ACIDENTES DE TRABALHO NA PREVIDÊNCIA SOCIAL EM JUAZEIRO DO NORTE NO PERÍODO DE 2008 A 2018	
Esdras Alex Freire de Oliveira Thays Lorranny da Silva Januário Correio José Gonçalves De Araújo Filho	
DOI 10.22533/at.ed.1032013012	
CAPÍTULO 3	27
CONTRIBUIÇÃO PARA O PROCESSO DE MONITORAMENTO DE IMPACTOS AMBIENTAIS NA FASE OPERACIONAL DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS SANITÁRIOS	
Poliana Arruda Fajardo Nemésio Neves Batista Salvador	
DOI 10.22533/at.ed.1032013013	
CAPÍTULO 4	40
ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS PARA AVALIAR A DISPONIBILIDADE DE UM RECURSO HÍDRICO SUBTERRÂNEO QUENTE NAS TERMAS DA AREOLA	
Pedro Jorge Coelho Ferreira Luis Manuel Ferreira Gomes Alcino Sousa Oliveira Rui Miguel Marques Moura José Martinho Lourenço	
DOI 10.22533/at.ed.1032013014	
CAPÍTULO 5	55
FERRAMENTAS DA GESTÃO NA QUALIDADE DA CADEIA PRODUTIVA DOS SUÍNOS SOB SERVIÇO DE INSPEÇÃO MUNICIPAL DO MUNICÍPIO DE SÃO LUIS – MA	
Herlane de Olinda Vieira Barros Célia Maria da Silva Costa Viviane Correa Silva Coimbra Larissa Jaynne Sameneses de Oliveira Zaira de Jesus Barros Nascimento Michelle Lemos Vargens Hugo Napoleão Pires da Fonseca Filho Nathana Rodrigues Lima	
DOI 10.22533/at.ed.1032013015	

CAPÍTULO 6	61
GESTÃO AMBIENTAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS ESTRATIFICADA POR TERRITÓRIOS DE DESENVOLVIMENTO EM MINAS GERAIS	
Denise Marília Bruschi Juliana Oliveira de Miranda Pacheco	
DOI 10.22533/at.ed.1032013016	
CAPÍTULO 7	77
LICENCIAMENTO AMBIENTAL - SISTEMA DE COLETA, MONITORAMENTO E ANÁLISE DE DADOS AMBIENTAIS APLICADOS A FERROVIA	
Patricia Ruth Ribeiro Stefani Gabrieli Age Renata Twardowsky Ramalho	
DOI 10.22533/at.ed.1032013017	
CAPÍTULO 8	87
MODELAGEM COMPUTACIONAL DE PROCESSOS DE CONTAMINAÇÃO EM MEIOS POROSOS	
Marcelo Lemos da Silva Grazione de Souza Boy	
DOI 10.22533/at.ed.1032013018	
CAPÍTULO 9	101
MODELAGEM DE UM FERMENTADOR CILÍNDRICO PARA O CACAU	
Marcelo Bruno Chaves Franco Jorge Henrique de Oliveira Sales Rafaela Cristina Ferreira Brito	
DOI 10.22533/at.ed.1032013019	
CAPÍTULO 10	115
O NASCIMENTO DE UMA NOVA ÁGUA MINERAL PARA TERMALISMO E ASPETOS BÁSICOS PARA O ESTABELECIMENTO DE SUAS INDICAÇÕES TERAPÊUTICAS: O CASO DAS TERMAS DE SÃO MIGUEL EM PORTUGAL	
Luís Manuel Ferreira Gomes Luís José Andrade Pais Paulo Eduardo Maia de Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.10320130110	
CAPÍTULO 11	129
PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E CONSTITUINTES METÁLICOS NA AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE ECOSSISTEMA LÊNICO	
Maria da Graça Vasconcelos Hugo Gomes Amaral Arthur Dias Freitas Angélica Pereira da Cunha Bruna Fernanda Faria Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.10320130111	

CAPÍTULO 12	140
PLANTIOS DE ESPÉCIES NATIVAS DO BIOMA CERRADO EM ÁREAS DEGRADADAS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE ÁGUAS EMENDADAS – ESECAE, DISTRITO FEDERAL	
<p>Maria Goreth Goncalves Nobrega Henrique Cruvinel Borges Filho Vladimir de Alcântara Puntel Ferreira</p>	
DOI 10.22533/at.ed.10320130112	
CAPÍTULO 13	154
PROPOSTA DE BANCO DE ÁREAS PARA RESTAURAÇÃO FLORESTAL DE MATA CILIAR EM TRECHO DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE, ESTADO DE SÃO PAULO.	
<p>Marcelo Bento Nascimento da Silva Ives Simões Arnone Hugo Portocarrero</p>	
DOI 10.22533/at.ed.10320130113	
CAPÍTULO 14	167
PURIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE LACASES PRODUZIDAS POR <i>Pleurotus ostreatus</i> EM CULTIVO SÓLIDO	
<p>Juliana Cristina da Silveira Vieira Verônica Távilla Ferreira Silva Ezequiel Marcelino da Silva Adriane Maria Ferreira Milagres</p>	
DOI 10.22533/at.ed.10320130114	
CAPÍTULO 15	185
QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DOS POÇOS DO BAIRRO DA CERÂMICA - CIDADE DA BEIRA, MOÇAMBIQUE	
<p>Albertina Amélia Alberto Nhavoto António Guerner Dias Daniel Agostinho Nivaldo Alfredo José Zandamela</p>	
DOI 10.22533/at.ed.10320130115	
CAPÍTULO 16	198
RECOMENDAÇÕES BIOCLIMÁTICAS PARA O MUNICÍPIO DE SINOP-MT	
<p>Emília Garcez da Luz Cristiane Rossato Candido Érika Fernanda Toledo Borges Leão</p>	
DOI 10.22533/at.ed.10320130116	
CAPÍTULO 17	212
RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE: COLETA E TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL	
<p>Marcela Avelina Bataghin Costa Fernando Antonio Bataghin Tatiane Fernandes Zambrano Rita de Cássica Arruda Fajardo</p>	
DOI 10.22533/at.ed.10320130117	

CAPÍTULO 18	226
USO DE GEOCÉLULA PEAD E GABIÃO TIPO COLCHÃO COMO REVESTIMENTOS DE CANAIS PARA DESCARACTERIZAÇÃO DE BARRAGENS DE REJEITO	
Rafael Freitas Rodrigues	
Michel Moreira Morandini Fontes	
João Augusto de Souza Pinto	
Luiz Henrique Resende de Pádua	
Luany Maria de Oliveira	
Cristian Chacon Quispe	
DOI 10.22533/at.ed.10320130118	
SOBRE OS ORGANIZADORES	237
ÍNDICE REMISSIVO	238

LICENCIAMENTO AMBIENTAL - SISTEMA DE COLETA, MONITORAMENTO E ANÁLISE DE DADOS AMBIENTAIS APLICADOS A FERROVIA

Data de aceite: 02/12/2019

Patricia Ruth Ribeiro

Rumo Logística S.A, Gerência de Meio Ambiente
Curitiba – Paraná

Stefani Gabrieli Age

Rumo Logística S.A, Gerência de Meio Ambiente
Curitiba – Paraná

Renata Twardowsky Ramalho

Rumo Logística S.A, Gerência de Meio Ambiente
Curitiba – Paraná

RESUMO: A licença de operação (LO), pertencente a um dos estágios do licenciamento ambiental no Brasil, é a etapa mais importante para garantir uma gestão ambiental eficiente de empreendimentos considerados potencialmente poluidores. Através dela são determinadas as condicionantes e programas para controle e mitigação de possíveis impactos ambientais e socioambientais. A metodologia desses programas é apresentada no PBA - Plano Básico Ambiental e entre eles, estão àqueles relacionados ao meio físico, biótico e relações sociais. Para registro e monitoramento dos dados ambientais, visando agilidade e assertividade em campo, gerenciamento da informação, análise de dados e apresentação da informação junto a órgãos ambientais e internamente dentro da companhia, a Rumo

desenvolveu sistema de coleta de dados, que permitisse a formação de um banco de dados geográficos, integrando mapeamento portátil e SIG – Sistema de Informações Geográficas.

PALAVRAS-CHAVE: Licenciamento, georreferenciamento e análise ambiental.

ENVIRONMENTAL LICENSING – SYSTEM OF COLLECTION, MONITORING AND ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL DATA APPLIED TO RAILWAY

ABSTRACT: The operating license (LO), which belongs to one of the stages of environmental licensing in Brazil, is the most important step to ensure efficient environmental management of potentially polluting enterprises. Through it are determined the conditions and programs for control and mitigation of possible environmental and socio-environmental impacts. The methodology of these programs is presented in the PBA - Basic Environmental Plan and among them, are those related to the physical environment, biotic and social relations. For the recording and monitoring of environmental data, aiming at agility and assertiveness in the field, information management, data analysis and presentation of information to environmental agencies and internally within the company, Rumo developed data collection system that would allow the formation of a geographic

database, integrating portable mapping and GIS - Geographic Information System.

KEYWORDS: Licensing, georeferencing and environmental analysis.

1 | INTRODUÇÃO

O transporte ferroviário de cargas, um dos meios mecanizados de transporte precursores na movimentação de carga no mundo, ainda desempenha um papel fundamental na logística mundial. As principais economias do mundo têm a ferrovia como um dos básicos meios de transporte de cargas.

Desde que as ferrovias foram concedidas à iniciativa privada, processo iniciado a partir de 1996, o transporte ferroviário de carga tem sofrido uma profunda transformação e buscam continuamente o aperfeiçoamento de suas atividades (ANTF, 2019).

A Rumo é a empresa resultante da fusão entre a Rumo Logística Operadora Multimodal S.A e a América Latina Logística (ALL), oficializada em fevereiro de 2015. Operando aproximadamente 12,9 mil quilômetros de malha ferroviária. A companhia atua no transporte de grãos (soja e milho), açúcar, cítricos, celulose, fertilizantes, manufaturados e combustíveis. Além de ser a principal escoadora de grãos entre a região Centro-Oeste e o porto de Santos, a empresa atua na operação de terminais de armazenagem e em projetos logísticos intermodais.

A companhia assume o serviço público de transporte ferroviário de cargas nas malhas Sul (PR, SC, RS), Oeste (MS) e Paulista (SP) da extinta Rede Ferroviária Federal (RFFSA), que desde 1999 era prestado pela ALL. Detém também a concessão para operação da chamada Malha Norte, no trecho que compreende de Aparecida do Taboado (MT) até Rondonópolis (MT), onde está localizado o maior terminal intermodal da América Latina. Sua estrutura operacional compreende terminais e complexos operacionais, com postos de manutenção de vagões e locomotivas e postos de abastecimento em seis estados — Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Essas unidades interligam o equivalente a 45% de toda a malha ferroviária brasileira.

Para a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, é necessário o licenciamento ambiental, conforme Política Nacional do Meio Ambiente, que foi estabelecida pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 e Resolução CONAMA nº 237/97.

A Rumo possui uma licença operacional para cada malha ferroviária, de acordo com seus contratos de concessão. Para cada licença operacional são exigidas condicionantes e programas específicos para controle e mitigação de possíveis impactos ambientais e socioambientais. Esses programas são apresentados no PBA

- Plano Básico Ambiental e entre eles, estão àqueles relacionados ao meio físico, biótico e relações sociais.

Desta forma, baseado no diagnóstico a ser apresentado, este trabalho teve como objetivo viabilizar um Sistema de Coleta e Monitoramento de Dados Ambientais para o atendimento as condicionantes ambientais previstas nas Licenças Operacionais concedidas a concessionária RUMO, vigentes em 2016. O sistema deveria permitir, em campo, a automatização e otimização dos processos de coleta, monitoramento dos dados, padronização das informações, registro fotográfico, anotação de característica e localização geográfica com precisão. Além disso, em escritório, permitir que os arquivos fossem facilmente exportados para tabulação e em formatos espaciais para armazenamento na base de dados SIG - Sistema de Informação Geográfica para visualização e análise dos dados.

2 | METODOLOGIA

Inicialmente a metodologia dos programas ambientais foram elaboradas e executadas por empresa terceirizada. Em 2015 a Rumo internalizou esse trabalho, visando melhorias e intercâmbio de informações com as demais áreas da empresa. A primeira medida foi a revisão do PBA – Plano Básico Ambiental, pois se viu a necessidade de reajustar os parâmetros, métodos de coleta de campo e análises para melhor atender as demandas da Companhia e Órgão Ambiental. A revisão foi protocolada no IBAMA em 2016 e contemplou os seguintes aspectos:

- Coleta de dados com equipamento especializado para mapeamento que permite registro georreferenciado, padronização dos atributos, registro fotográfico e o monitoramento dos pontos;
- Classificação padronizada em relação a tipologia dos fenômenos mapeados em campo, como Processos Erosivos e drenagem, Obras, Vazamento de Granéis, Atropelamento de Fauna, Invasões, Resíduos e Passagens em Nível;
- Análise dos pontos utilizando ferramentas de geoprocessamento para cruzamento com o histórico de dados e mapeamentos oficiais disponibilizados por órgãos governamentais;
- Compartilhamento das informações e análises realizadas pela equipe de meio ambiente com outros setores da companhia responsáveis por medidas de prevenção e controle da via permanente.

O monitoramento desses dados foi realizado a uma velocidade máxima de

40km/h via veículo ferroviário, denominado auto-de-linha (figura 1), no qual técnicos especializados coletavam os dados periodicamente, variando conforme o programa ambiental que o dado coletado daria subsídio. Nos pontos críticos, os técnicos paravam para realizar uma vistoria mais detalhada.



Figura 1 - Veículo Ferroviário Auto-de-Linha

Anteriormente ao método a ser apresentado, a coleta de dados era realizada por anotação das informações em papel, localização da coordenada geografia com GPS Garmin e registro fotográfico com câmera fotográfica. Para execução deste processo eram necessárias pelo menos duas pessoas, uma realizando o registro fotográfico e a outra batendo o ponto no GPS e escrevendo os diversos atributos do ponto, sem perder a sincronia dos três processos. Após o processo de campo, essas anotações tinham que ser repassadas manualmente para planilhas eletrônicas. As principais falhas neste método eram a perda na confiabilidade dos dados devido a não padronização das anotações, rasuras no papel, letras ilegíveis e erros na sincronização dessas três informações (registro fotográfico, anotações e posição GPS). Além disso, o método antigo não permitia o monitoramento das informações, porque não se tinha acesso rápido às informações coletadas no último monitoramento em campo.

2.1 Escolha das ferramentas para o novo sistema de coleta

Para criar uma metodologia de coleta de dados, inicialmente, buscou-se um sistema de coleta que atendesse os objetivos do projeto. Foram testados dois aplicativos que atendiam os objetivos, eles seriam instalados em smartphones ou tablets. Quando testados em campo, foram identificados alguns problemas e falhas as quais inviabilizavam o projeto, como por exemplo:

- a) O GPS utilizado pelo aplicativo era o mesmo do aparelho e muitas vezes ficava sem sinal, ou com uma precisão muito abaixo do esperado;

- b) O acesso aos dados era realizado via sincronia, quando ultrapassavam 150 pontos, os aplicativos travavam. Outro ponto relevante é a qualidade da rede de internet que limitava e dificultava o acesso aos dados para manipulação em softwares de SIG;
- c) Algumas empresas vendem a solução do aplicativo, mas não é possível alterar as opções de atributos de forma simples e rápida.

Também foram estudadas soluções de mapeamento móvel, acopladas no veículo ferroviário, porém essa solução não possuía mobilidade para retirada de fotografias nos ângulos exigidos na coleta de dados.

Como terceira opção, foram testados em campo, simulando uma campanha de coleta de dados, modelos de coletores de dados geográficos, equipamentos robustos que integram um pacote: GPS de alta sensibilidade, sistema operacional Windows e câmera 8 MP (figura 2). Esses coletores utilizam softwares específicos que permitem a anotação e atualização de características/pontos. Entre custos e benefícios optou-se pelos coletores modelo Juno da Trimble, com o software Terra Sync para coleta de dados e o Path Finder Office, para tratamento e exportação.



Figura 2 - Coletor de dados modelo Juno 5B

Para melhorar a precisão das coordenadas também foram adquiridas antenas, que são conectadas na parte externa do auto de linha.

2.2 Novo Sistema de coleta

Adotou-se como metodologia a criação de dicionários de dados padrões por meio do software Path Finder Office que abordassem todos os atributos necessários para

descrever características/pontos coletados em campo com simbologia padronizada. Dicionário compatível com o software Terra Sync, instalado nos coletores de dados Juno, permitindo a agilidade na hora da coleta de dados, através da seleção de característica em listas suspensas, botões de seleção e valores padrões selecionados automaticamente, dependendo dos primeiros atributos escolhidos.

Na próxima figura é possível observar como são visualizadas, no coletor, as opções de características/pontos criados no dicionário de dados padrão. Ao selecionar uma característica (à esquerda na figura 3) o ponto GPS é registrado automaticamente e então se abre as opções de atributos a serem marcados para o tipo de ponto que foi selecionado (à direita na figura 3).

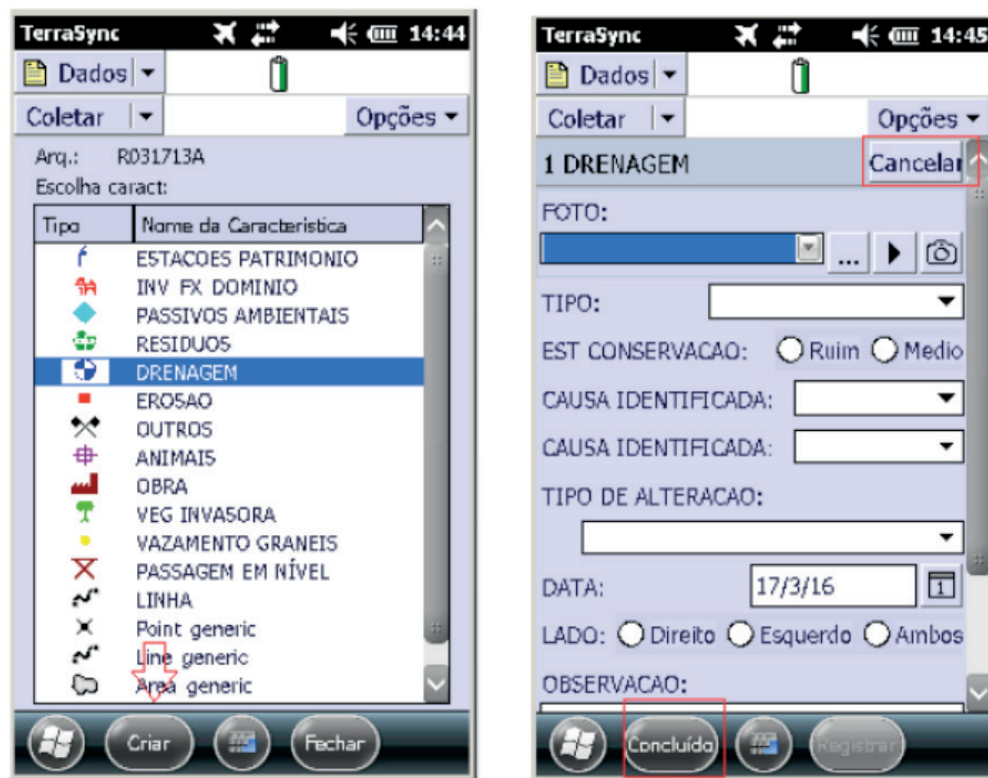


Figura 3 - Marcação dos pontos em campo a partir do dicionário de dados padrão

Os pontos coletados e o trajeto percorrido podem ser visualizados em uma janela mapa (figura 4), com ou sem plano de fundo.

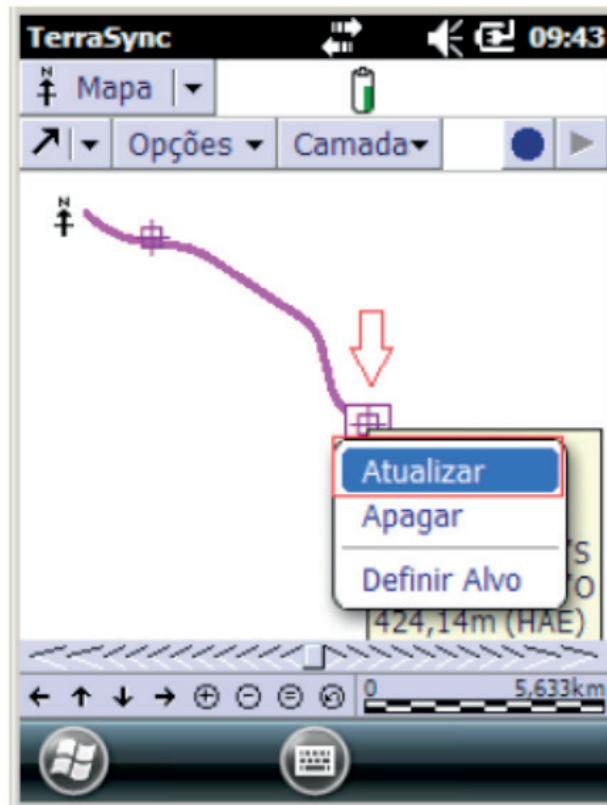


Figura 4 - Janela de visualização mapa

Os dados registrados são baixados via cabo e exportados para formato espacial Shapefile, compatível com a base de dados SIG e em formato de tabela para manipulação em Excel.

A partir dos equipamentos e softwares adquiridos, juntamente com ferramentas SIG foi possível criar um sistema de coleta, atualização, monitoramento e gestão de dados ambientais.

O fluxo desse sistema pode ser visualizado na figura 5:



Figura 5 - Fluxo do Sistema de Coleta e Monitoramento de Dados

A partir da coleta dos dados, esses pontos são tratados em escritório e em seguida baixados em formato de planilha para análises quantitativas e em formato Shapefile para cruzamento e análises em ambiente SIG com dados socioambientais, tais como Área de Preservação Permanente, terras indígenas, Unidades de Conservação, geologia, pedologia, hidrologia, pluviosidade e geomorfologia entre outros que compõe a base de dados secundários.

Essas análises permitem a identificação de trechos e pontos críticos, direcionando as ações de mitigação, preventivas e corretivas, dependendo do caso, a serem realizadas pela companhia visando a preservação da operação ferroviária, a comunidade lindeira, os bens patrimoniais e o meio ambiente.

Esses dados são recarregados no coletor de dados, para uma próxima campanha de monitoramento e o ciclo reinicia.

3 | RESULTADO

Esse sistema foi implantado em 2015, sendo possível avaliar como principais resultados:

- a) A agilidade no campo e no tratamento dos dados em escritório;
- b) Padronização dos atributos e simbologias;
- c) Maior visibilidade da evolução dos processos e problemas ambientais identificados;

- d) Maior confiabilidade e acurácia nos dados gerados;
- e) Formação de um banco de dados geográficos padronizado.

Dentre os principais produtos gerados a partir dos dados coletados em campo encontram-se memoriais de pontos específicos e mapas (figura 6).

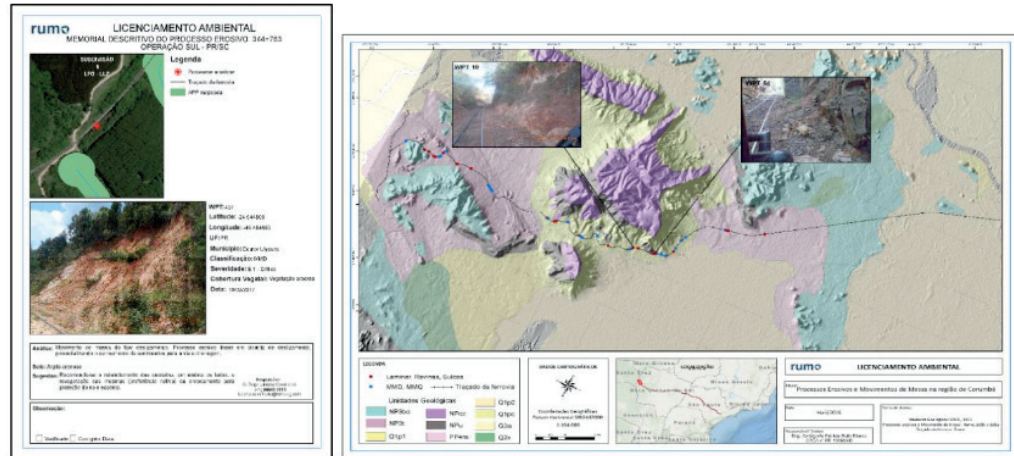


Figura 6 – Do lado esquerdo memorial descritivo referente a processo erosivo e do lado direito mapas gerados evidenciados pontos críticos de drenagem.

Também são gerados gráficos, planilhas e arquivos Google Earth com foto para compartilhar os dados dentro da companhia e órgãos ambientais (figura 7).

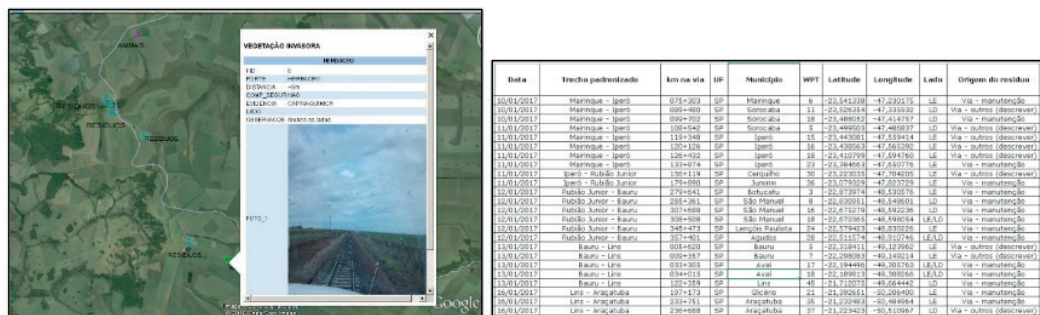


Figura 7 - Arquivo Google Earth com Foto e Planilha de Dados

4 | CONCLUSÕES

O Sistema de Coleta e Monitoramento de Dados Ambientais se mostrou nesse período de execução eficiente em relação aos objetivos iniciais, principalmente pelo fato da coleta e monitoramento estarem atrelados a dados espaciais e as três informações (espacial, fotográfica e descritiva) estarem relacionadas em um único sistema, facilitando a dinâmica em campo. A facilidade no acesso aos dados coletados e o cruzamento com a base de dados espaciais em ambiente SIG, permitiu agilidade na análise do entorno e nas tomadas de decisões. Com a formação do banco de dados, as análises realizadas, foi possível verificar padrões

de comportamento, pontos críticos e desvios, para uma atuação mais assertiva. Dessa forma, a metodologia dos programas está em constante aprimoramento a fim de proporcionar que a operação ferroviária possa ocorrer da forma mais harmoniosa possível com o meio ao qual está inserido. Os dados reportados neste trabalho são referentes ao ano de 2016.

REFERÊNCIAS

O setor ferroviário de cargas brasileiro. ANTF. Disponível em: < <https://www.antf.org.br/informacoes-gerais/>>. Acesso em: 04 out. 2019.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Franciele Braga Machado Tullio - Engenheira Civil (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/2006), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/2009, Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia (Universidade Tecnológica federal do Paraná – UTFPR/2016). Trabalha como Engenheira Civil na administração pública, atuando na fiscalização e orçamento de obras públicas. Atua também como Perita Judicial em perícias de engenharia. E-mail para contato: francielebmachado@gmail.com

Lucio Mauro Braga Machado - Bacharel em Informática (Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG/1995), Licenciado em Matemática para a Educação Básica (Faculdade Educacional da Lapa – FAEL/2017), Especialista em Desenvolvimento de Aplicações utilizando Tecnologias de Orientação a Objetos (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/ 2008). É coordenador do Curso Técnico em Informática no Colégio Sant’Ana de Ponta Grossa/PR onde atua também como professor desde 1992, também é professor na Faculdade Sant’Ana atuando na área de Metodologia Científica, Metodologia da Pesquisa e Fundamentos da Pesquisa Científica e atua como coordenador dos Sistemas de Informação e do Núcleo de Trabalho de Conclusão de Curso da instituição. E-mail para contato: machado.lucio@gmail.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acidentes de trabalho 5, 6, 7, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 25, 26

Água 33, 34, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 58, 87, 88, 89, 91, 93, 97, 115, 116, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 146, 150, 156, 157, 170, 171, 173, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 209, 210, 217, 218, 222, 228, 229, 231, 236

Águas sulfúreas quentes 40

Água subterrânea 115, 123, 186, 188, 194, 197

Aquíferos 45, 47, 48, 49, 87, 88, 89, 90, 97, 99, 185, 196

Áreas de preservação permanente 155, 158

Arquitetura bioclimática 198, 209

Arquivos climáticos 198, 202, 210, 211

Avaliação de impacto ambiental 27, 28, 38, 39

B

Barragem de rejeito 226, 228

C

Cacau 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 111, 113, 114

Canais 226, 227, 228, 230, 231, 232, 233, 234, 235

Casca de arroz 167, 170, 173, 174, 182

Clandestino 55, 58

Coleta 1, 4, 7, 14, 15, 27, 29, 36, 77, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 132, 134, 135, 138, 212, 214, 215, 220, 221, 224

Contaminação 29, 58, 87, 88, 89, 90, 97, 99, 137, 185, 186, 187, 188, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 224

Contaminação por coliformes 186, 193, 195

D

Dados meteorológicos 198, 199, 202

Descaracterização 226, 227, 228, 229, 230, 235

Destinação de resíduos 61

Drenagem 48, 79, 85, 129, 226, 227, 228, 229, 230, 232

E

Ecossistema aquático 130

Enzimas lignolíticas 167

Estação de tratamento de esgotos sanitários 27, 39

Estresse hídrico 140, 150, 151

F

Farelo de cereais 167

Fermentador 101, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113

G

Gabião 226, 227, 233, 234

Geocélula 226, 230, 231, 232, 233, 235, 236

Gestão de resíduos sólidos urbanos 61, 75

I

Impactos ambientais 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 77, 78

Inspeção 55, 57, 58, 59, 88

L

Licenciamento ambiental 27, 28, 29, 30, 33, 66, 74, 76, 77, 78, 215

M

Matas ciliares 147, 155, 156

Meda 40, 41, 42, 43, 44, 54

Metais dissolvidos 129, 130, 131, 135

Método de diferenças finitas 87, 94

Minas gerais 61, 62, 63, 64, 65, 68, 69, 70, 74, 75, 76, 226

Modelagem computacional 87, 101

Monitoramento ambiental 27, 29, 36, 37, 38

Mudas 140, 142, 144, 145, 148, 149, 150, 151, 160, 164, 165

O

Origem da contaminação 186

P

Poços de captação 186

Política de resíduos sólidos 61

Previdência social 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 24, 25

R

Recuperação de áreas degradadas 140, 141, 142, 144, 145, 148, 152, 153, 155, 165

Resíduos de serviços de saúde 212, 213, 214, 215, 219, 223, 224, 225

Restauração ecológica 140, 142

Restauração florestal 154, 155, 159, 160, 161, 163, 164

S

Saúde do trabalhador 5, 7, 8, 9, 11, 12, 17, 21, 24, 25

Sedimentos 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 156, 226, 227, 228, 229, 236

Simulação numérica 87, 99
Sistema aquífero profundo 40
Sistema de informações geográficas 77, 155
Suíno 55, 56, 58

T

Taxa de sobrevivência 140, 151
Termas da areola 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 50, 51, 54
Territórios de desenvolvimento 61, 63, 64, 65, 66, 74
Transferência de calor 101, 103, 110, 111, 114
Tratamento 1, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 36, 38, 39, 58, 62, 75, 81, 84, 89, 125, 126, 135, 137, 143, 170, 188, 194, 197, 201, 210, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 223, 224

U

Unidade de conservação 140, 143

