

Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

3



Cleiseano Emanuel da
Silva Paniagua
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2021

Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

3



Cleiseano Emanuel da
Silva Paniagua
(Organizador)

Atena
Editora

Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 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 Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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 Alfnas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

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

Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^ª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Base de conhecimentos gerados na engenharia ambiental e sanitária 3

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B299 Base de conhecimentos gerados na engenharia ambiental e sanitária 3 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-974-5

DOI 10.22533/at.ed.745210804

1. Engenharia Ambiental e Sanitária. 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.

APRESENTAÇÃO

O e-book “Base de conhecimento gerado na Engenharia Ambiental e Sanitária 3”, constituído por vinte e oito capítulos de livros que foram organizados e divididos em três grandes áreas temáticas: (i) gestão de resíduos sólidos e líquidos; (ii) uso e impactos ambientais gerados por aterros sanitários e (iii) gestão e qualidade dos recursos hídricos.

Diante disso, inúmeros estudos já concluíram que vários recursos naturais (água, minerais, combustíveis fósseis e seus derivados entre outros) não são renováveis para suprir a necessidade e crescente demanda para manter tanto a atual quanto as futuras gerações, se não houver uma mudança drástica no atual estilo de vida e visão do homem. Neste sentido, a forma se pensar a relação homem/ambiente, surge a necessidade de melhorar a gestão de materiais e práticas de trabalho. Neste contexto, a construção civil e os diferentes seguimentos industriais passaram por uma mudança radical encararam ao criar e aplicar novas práticas e rotinas de trabalho, possibilitando a geração mínima de resíduos e aumentando o seu reaproveitamento em outros setores da sociedade. Neste sentido, a adoção de novas práticas de fabricação e trabalho levou a: (i) redução de custos com aquisição de matérias – primas; (ii) incorporação de resíduos na composição de diversos produtos industrializados; (iii) o reaproveitamento e tratamento de efluentes antes do seu lançamento em corpos aquáticos; (iv) aprimoramento constante do quadro de colaboradores e (v) aquisição de novas tecnologias foram os principais fatores para se atingir este êxito. Entretanto, a falta de um sistema de educação mais efetivo e uma legislação mais restritiva e punitiva para o poluidor ou a fonte de poluição, se constitui em um entrave para a prática de um desenvolvimento mais sustentável.

Diante disso, inúmeros resíduos são gerados e destinados a áreas para receber todo material enviado que será disposto da forma mais adequada – os aterros sanitários. No entanto, a existência destes não significa em eliminar o impacto gerado pelos resíduos, visto que estas áreas possuem um tempo de vida útil e a precarização da infraestrutura faz com que estes espaços sejam vetores de transmissão de doenças e com alto poder de contaminação tanto do solo com de recursos hídricos que estejam próximos. Não obstante a presença de pessoas e animais nestes lugares se caracteriza como um centro de veiculação de inúmeras doenças.

A destinação inadequada de resíduos se constitui no maior responsável por alterar a qualidade dos recursos hídricos contribuindo tanto para a sua não utilização para fins potáveis quanto para a sobrevivência dos diferentes organismos dos diversos ecossistemas existentes no Brasil. Logo, a utilização de tecnologias que promovam o monitoramento e tratamento dos corpos aquáticos é de suma importância para preservar e garantir que estes não venham a faltar em um futuro bem próximo.

Pensando nisso, a editora Atena trabalha com o intuito de estimular e incentivar tanto

a publicação de trabalhos científicos quanto a disponibilidade destes de forma gratuita por intermédio de diferentes plataformas em tempo real e acessível a todos, contribuindo para o desenvolvimento de uma maior consciência ambiental.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

COMPARAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE DUAS OBRAS EM BELÉM, PARÁ, BRASIL

Yuri Antônio da Silva Rocha
Bruno Mitsuo Hiura
Douglas Matheus das Neves Santos
Paulo Roberto Estumano Beltrão Júnior
Danúbia Leão de Freitas
Yan Torres dos Santos Pereira
Hugo Augusto Silva de Paula
William de Brito Pantoja
Juliane da Silva Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.7452108041

CAPÍTULO 2..... 13

IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO PARA RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM UMA OBRA NA CIDADE DO RECIFE, PERNAMBUCO

Eduardo Antonio Maia Lins
Vanessa Luana Bezerra Barbosa
Adriane Mendes Viera Mota
Maria Clara Pestana Calsa
Andréa Cristina Baltar Barros

DOI 10.22533/at.ed.7452108042

CAPÍTULO 3..... 22

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE: ESTUDO DE CASO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR

Mariane Viviurka Fernandes
Silvano da Silva Coutinho
Sílvia Carla da Silva André Uehara
Adriana Aparecida Mendes
Maiara Veiga Coutinho
Tatiane Bonametti Veiga

DOI 10.22533/at.ed.7452108043

CAPÍTULO 4..... 37

AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO DO SHOPPING MEGA MODA PARK, EM GOIÂNIA-GO

Rafaella Ferreira Rodrigues Almeida
Viníciu Fagundes Bárbara
Rosana Gonçalves Barros

DOI 10.22533/at.ed.7452108044

CAPÍTULO 5..... 57

DIAGNÓSTICO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA, ESGOTAMENTO SANITÁRIO E DESCARTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM TIMON-MA, BRASIL

George Ventura Alves Neri

Adriana Sotero Martins

Maria José Salles

DOI 10.22533/at.ed.7452108045

CAPÍTULO 6..... 71

ESTUDO DE CASO SOBRE A PERCEÇÃO AMBIENTAL DOS MORADORES DE UM CONDOMÍNIO SOBRE O DESCARTE DO ÓLEO DE COZINHA

Eduardo Antonio Maia Lins

Natália Dias Feijó

Adriane Mendes Vieira Mota

Andréa Cristina Baltar Barros

Maria Clara Pestana Calsa

DOI 10.22533/at.ed.7452108046

CAPÍTULO 7..... 82

SUBTRAÇÃO DE VOLUMES EM ATERROS SANITÁRIOS: GESTÃO DE RESÍDUOS DE PODA DE ÁRVORES URBANAS

Barbara Lucia Guimarães Alves

DOI 10.22533/at.ed.7452108047

CAPÍTULO 8..... 94

GERAÇÃO DE ILHAS DE CALOR EM ATERRO SANITÁRIO – ESTUDO DE CASO

Eduardo Antonio Maia Lins

João Victor de Melo Silva

Regina Coeli Lima

Suzana Paula da Silva França

Sérgio Carvalho de Paiva

Raphael Henrique dos Santos Batista

Camilla Borges Lopes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.7452108048

CAPÍTULO 9..... 103

IMPACTOS AMBIENTAIS EM ATERRO SANITÁRIO DO MUNICÍPIO DE SEBERI-RS

Tariana Lissak Schüller

Malva Andrea Mancuso

DOI 10.22533/at.ed.7452108049

CAPÍTULO 10..... 115

GESTÃO AMBIENTAL CONJUNTA DOS SISTEMAS DE ÁGUAS RESIDUAIS E PLUVIAIS

Ricardo Pêra Moreira Simões

DOI 10.22533/at.ed.74521080410

CAPÍTULO 11 127

A INTRUSÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS E O INCREMENTO DE VAZÕES EM ETE'S

Diogo Botelho Correa de Oliveira

Marco Aurélio Calixto Ribeiro de Holanda

Camila Barrêto Rique de Barros

Lorena Clemente de Melo
Willames de Albuquerque Soares
DOI 10.22533/at.ed.74521080411

CAPÍTULO 12..... 136

POTENCIALIDADES NO USO DA ÁGUA DO AQUÍFERO GUARANI

Gilmar Antônio da Rosa
Priscila Mara Knoblauch

DOI 10.22533/at.ed.74521080412

CAPÍTULO 13..... 153

CONFLITOS TERRITORIAIS EM BACIAS URBANAS: ESTUDO DE CASO DA BACIA DO SÃO FRANCISCO NA FRONTEIRA BRASIL/COLÔMBIA E PERU

Ercivan Gomes de Oliveira
Adorea Rebello da Cunha Albuquerque
Manoel Góes dos Santos
Jefferson Rodrigues de Quadros

DOI 10.22533/at.ed.74521080413

CAPÍTULO 14..... 160

DESAFIOS DO NOVO MARCO LEGAL DO SETOR DE SANEAMENTO

Hugo Sergio de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.74521080414

CAPÍTULO 15..... 169

BIOPROSPECÇÃO DE RIZOBACTERIAS DE CAFÉ CONILON

Joyce Rayra Pereira Leite
Wanderson Alves Ferreira
Sabrina Spalenza de Jesus
Elson Barbosa da Silva Júnior

DOI 10.22533/at.ed.74521080415

CAPÍTULO 16..... 185

COMPARAÇÃO ENTRE A ANTIGA E A NOVA CLASSIFICAÇÃO TOXICOLÓGICA DOS AGROTÓXICOS UTILIZADOS NA CULTURA DA MAÇÃ NO MUNICÍPIO DE VACARIA/RS

Nilva Lúcia Rech Stedile
Cassiano da Costa Fioreze
Fernanda Meire Cioato
Tatiane Rech

DOI 10.22533/at.ed.74521080416

CAPÍTULO 17..... 204

AVALIAÇÃO DE RISCO RELATIVO DE DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA DE FONTES DE ABASTECIMENTO INDIVIDUAL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA LOCALIZADAS NO BAIRRO GURIRI, SÃO MATEUS-ES

Tamires Lima da Silva
Fernando Soares de Oliveira

Talita Aparecida Pletsch
Daniela Teixeira Ribeiro
Yuri Graciano Bissaro Romualdo
Abrahão Welson de Souza
Bruna Bonomo Cosme

DOI 10.22533/at.ed.74521080417

CAPÍTULO 18.....215

PROGRAMA UM MILHÃO DE CISTERNAS [P1MC]: ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DE INFORMANTES-CHAVE

Juliana Elisa Silva Santos
Patrícia Campos Borja

DOI 10.22533/at.ed.74521080418

CAPÍTULO 19.....229

AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE SANEAMENTO E DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DOS TRIBUTÁRIOS DO SISTEMA LAGUNAR DE MARICÁ, RJ

Luane Marques Toledo
Fernanda Carvalho Moreno Wall
Marcelo Obraczka
André Luís de Sá Salomão

DOI 10.22533/at.ed.74521080419

CAPÍTULO 20.....244

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DA LAGOA DO BALNEÁRIO VENEZA EM CAXIAS – MA

Manoel Vyctor Rocha da Silva
Deuzuita dos Santos Freitas Viana

DOI 10.22533/at.ed.74521080420

CAPÍTULO 21.....253

MODELAGEM COMPUTACIONAL DO ESCOAMENTO DE ESGOTO EM REDES COLETORAS ASSENTADAS EM DECLIVIDADES DRÁSTICAMENTE REDUZIDAS USANDO AS EQUAÇÕES DE SAINT-VENANT E DE BOUSSINESQ

Wolney Castilho Alves
Luciano Zanella

DOI 10.22533/at.ed.74521080421

CAPÍTULO 22.....268

SIMULAÇÃO HIDRÁULICA DE UMA REDE COLETORA DE ESGOTO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE CAMPINA DO MONTE ALEGRE, SÃO PAULO

Fernanda Marques dos Santos
Camila Gallassi
Juliana Noronha Primitz
Vinicius Rainer Boniolo
Jorge Luis Rodrigues Pantoja Filho

DOI 10.22533/at.ed.74521080422

CAPÍTULO 23.....274

AVALIAÇÃO DA PERFORMANCE DOS MODELOS GR4J, GR5J E GR6J NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SÃO JOÃO, MINAS GERAIS

Wallace Maciel Pacheco Neto
Fabianna Resende Vieira
Cristiano Christofaro Matosinhos

DOI 10.22533/at.ed.74521080423

CAPÍTULO 24.....289

USO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA A PLANIFICAÇÃO DE UM SISTEMA DE TRATAMENTO DESCENTRALIZADO DE ESGOTO SANITÁRIO COM WETLAND CONSTRUÍDO EM MICROBACIA HIDROGRÁFICA URBANA

Lessandro Morini Trindade

DOI 10.22533/at.ed.74521080424

CAPÍTULO 25.....302

SIBOOST – A INOVAÇÃO NA METODOLOGIA DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA COM FOCO NA REGULARIDADE DOS EQUIPAMENTOS PRESSURIZADORES DURANTE AS SINGULARIDADES DAS CRISES HÍDRICAS E ENERGÉTICAS – CASE CARMELO BARONI UNIDADE DE NEGÓCIOS SUL – SABESP

Kleber dos Santos
Ricardo Barros Cunha
Marco Antônio de Oliveira
Rogério de Castro Peres
Anderson Cleiton Barbosa
Vagner Motta

DOI 10.22533/at.ed.74521080425

CAPÍTULO 26.....319

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO HIDROLÓGICO DE UM TELHADO VERDE SUBMETIDO AS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

Camila Barrêto Rique de Barros
Marco Aurelio Calixto Ribeiro de Holanda
Diogo Botelho Correa de Oliveira
Ariela Rocha Cavalcanti
Willames de Albuquerque Soares

DOI 10.22533/at.ed.74521080426

CAPÍTULO 27.....330

REMOÇÃO DE ÁCIDOS HÚMICOS NA FILTRAÇÃO LENTA COM PRÉ-OXIDAÇÃO COM RADIAÇÃO SOLAR

Carlos Henrique Rossi
Edson Pereira Tangerino
Tsunao Matsumoto
Anielle Ferreira de Jesus Pardo

DOI 10.22533/at.ed.74521080427

CAPÍTULO 28.....	342
PHOTODEGRADATION OF WATER POLLUTANTS WITH TIO₂ CATALYSTS ACTIVATED WITH VISIBLE LIGHT AND UV LIGHT	
Maricela Villicaña Mendez	
Luisa Verónica Piña Morales	
Ma. Guadalupe Garnica Romo	
DOI 10.22533/at.ed.74521080428	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	352
ÍNDICE REMISSIVO.....	353

SIBOOST – A INOVAÇÃO NA METODOLOGIA DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA COM FOCO NA REGULARIDADE DOS EQUIPAMENTOS PRESSURIZADORES DURANTE AS SINGULARIDADES DAS CRISES HÍDRICAS E ENERGÉTICAS – CASE CARMELO BARONI UNIDADE DE NEGÓCIOS SUL – SABESP

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 19/02/2021

Kleber dos Santos

Centro Universitário Estácio de Sá
Universidade Paulista - UNIP

Ricardo Barros Cunha

Faculdade de Engenharia São Paulo-FESP

Marco Antônio de Oliveira

Instituto Paulista de Ensino e Pesquisa-IPEP

Rogério de Castro Peres

Fatec Sorocaba

Anderson Cleiton Barbosa

Universidade de Mogi das Cruzes-UMC

Vagner Motta

Water Management – Brasil

RESUMO: Este trabalho foi desenvolvido na Região Metropolitana de São Paulo, o maior pólo de desenvolvimento econômico do Brasil, que tem como centro financeiro a cidade de São Paulo. Esta região caracteriza-se pela grande expansão populacional durante a década dos anos de 1970 e 1980, com a ocorrência de várias ocupações desordenadas. A região Sul, especificamente nas regiões mais vulneráveis caracterizam-se principalmente pelo crescimento acelerado e desordenado, que gerou durante as últimas décadas grandes esforços dos sistemas públicos de abastecimento na busca pela

universalização. Uma opção célere utilizada para solucionar a falta de infraestrutura hidráulica é a implantação de um “Booster”, ou seja, um conjunto motobomba colocada diretamente na rede de distribuição com a função de diminuir as perdas de carga na tubulação. Com o risco de falta de água devido à crise hídrica nos anos de 2014 e 2015 e com o custo da energia elétrica chegando a níveis impagáveis, essas regiões vulneráveis voltaram a sofrer com as interferências ocasionadas pelas chamadas, gestões noturnas ficando sem o abastecimento e tendo seus custos mensais onerados ainda mais com o aumento na tarifa de energia elétrica. A alternativa proposta neste trabalho foi a inovação por meio da evolução desta solução padrão o booster outrora já implantada com sucesso, mas que agora necessitava de mais tecnologia para manter a regularidade operacional sem sofrer com estes impactos por meio da redução das pressões no sistema em horários pré-estabelecidos, chamadas de “gestões noturnas”. O SiBoost traz uma solução tecnológica de baixo custo, que reduz os custos com o consumo de energia elétrica e elimina todos problemas inerentes a nova forma de gestão do sistema de distribuição de água durante a crise hídrica.

PALAVRAS-CHAVE: SiBoost, Gerenciamento de Falta de Água, Gestão da Demanda, Booster, Controle de Perdas, Confiabilidade Eletromecânica, Disponibilidade Operacional, Carmelo Baroni.

SIBOOST – INNOVATION IN THE OPERATION METHODOLOGY OF THE WATER SUPPLY SYSTEM WITH A FOCUS ON THE REGULARITY OF PRESSURIZING EQUIPMENT DURING THE SINGULARITIES OF THE HYDRIC AND ENERGETIC CRISES – CASE CARMELO BARONI SOUTH BUSINESS UNIT – SABESP

ABSTRACT: This work was developed in the metropolitan region of São Paulo, the largest pole of economic development in Brazil, which has as financial center the city of São Paulo. This region is characterized by the large population expansion during the decade of 1970 and 1980, with the occurrence of several disorderly occupations. The South region, specifically in the most vulnerable regions, is characterized mainly by accelerated and disorderly growth, which has generated during the last decades large efforts of the systems Sourcing in the search for universalization. A speedy option used to solve the lack of hydraulic infrastructure is the implantation of a “Booster”, that is, a pump set directly placed in the distribution network with the function of decreasing The load losses on the pipe. With the risk of water shortages due to the hydric crisis in the years 2014 and 2015 and with the cost of electricity reaching levels that are unpayable, these vulnerable regions have returned to suffer from the interferences caused by calls, management Night running out of supply and having their monthly costs burlled even more with the increase in electricity tariff. The Alternative proposed in this work was the innovation through the evolution of this standard solution the booster once already implanted successfully, but that now needed more technology to maintain the regularity Without suffering from these impacts through the reduction of pressure in the system at pre-established times, called “nocturnal managements”. The SiBoost brings a low cost technological solution, which reduces the costs of electricity consumption and eliminates all problems inherent in the new form of management of the water distribution system during the crisis Water.

KEYWORDS: SiBoost, water shortage management, demand management, Booster, loss control, electromechanical reliability, operational availability, Carmelo Baroni.

INTRODUÇÃO

Denominada Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo a SABESP é uma empresa Pública de economia mista, Brasileira a Primeira empresa de saneamento e a única companhia listada na NYSE (*Bolsa de Valores de Nova York*) e a participar do Novo Mercado da Bovespa. Criada em 1973 a SABESP nasceu da fusão das seis empresas que operavam o Sistema de saneamento no Estado de São Paulo. Em 1995, como resultado de um audacioso projeto de modernização, caracterizado pela descentralização das atividades e profissionalização dos empregados, foram criadas 16 unidades de negócios, atuando com base nas bacias hidrográficas e vinculadas a uma alta administração. Cada Unidade de Negócios é gerida como um núcleo independente de resultados sociais e econômicos financeiros. [1].

A SABESP atua como concessionária na prestação de serviços de saneamento básico e ambiental a municípios. Está presente em 368 municípios de São Paulo fornecendo água para 27,9 milhões de pessoas e coleta de esgoto gerado por 21,6 milhões

de pessoas. Sendo assim, a SABESP atende aproximadamente 66% da população urbana do Estado de São Paulo. A Unidade de Negócios Sul - MS atua com distribuição de água, coleta de esgotos e execução de serviços ao cliente em 08 desses 368 municípios, sendo eles: Diadema, Embu das Artes, Embu Guaçu, Itapeverica da Serra, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, São Bernardo do Campo e zona sul de São Paulo. A MS é responsável pela distribuição de 11,85/m³ de água tratada para aproximadamente 5 milhões de pessoas e pelo índice de atendimento de esgoto que, em 2017, atingiu 88,7. Possui 1.190.906 ligações de água e 949.840 ligações de esgoto. No ano de 2017, a receita operacional líquida da MS foi de 1.751.611,00, representando 12% da receita operacional líquida da SABESP. A força de trabalho representa 6,6% do total da SABESP.



Figura 1: Área de atuação Sabesp Unidade de Negócios - Sul - 2018

Dentro da MS existem sub níveis de gestão MS, Departamento de Engenharia Sul – MSE e a Divisão eletromecânica Sul - MSEL responsável pelo desenvolvimento desta pratica. [1].

O grande desafio do departamento de engenharia é alcançar o estado da arte na eficiência operacional, devendo estar atento aos principais obstáculos à melhoria da eficiência ou à recuperação da súbita perda de eficiência. Os principais obstáculos enfrentados nos últimos anos de 2014 a 2016 foram as crises de abastecimento de água e de energia, sendo agravado pelo o crescimento vegetativo da cidade de São Paulo que é cerca de 0,57% por Ano, além de metas para reduzir as despesas [2].

Já é sabido que existem vários fatores determinantes para a variação e incremento de falta de água para as empresas do setor, entre elas temos as péssimas condições de crescimento das cidades e conglomerados urbanos, por vezes de maneira desordenada.

A variável de controle são os fatores sazonais. Em períodos mais quentes e secos, há incremento consistente de volumes consumidos pelos clientes, conforme pesquisas realizadas e estudos que apresentam picos horários que elevam o consumo médio diário em até 80%. Esse fato demanda a necessidade de flexibilidade e elasticidade na oferta de água potável dos sistemas públicos e na etapa do ciclo de saneamento de distribuição de água, o que facilmente justifica a implantação de booster a fim de solucionar estas situações [4].

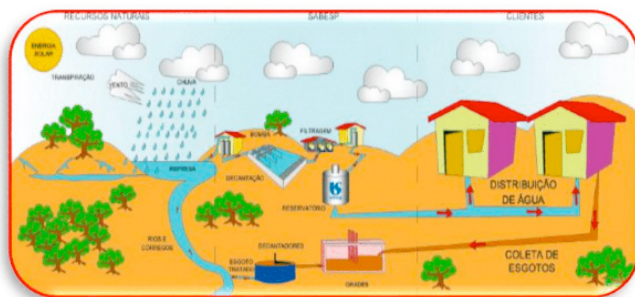


Figura 02: Ciclo do saneamento

Outros desafios podem estar ligados a fatores nunca antes vistos e estudados como a sazonalidade da precipitação das chuvas que se instaurou sob o nome de **crise hídrica**, e se tornou a maior estiagem já vista na cidade de São Paulo se transformando no maior desafio desta metrópole, e conseqüentemente uma grande oportunidade para os sanitaristas desenvolverem soluções.



Imagem 01: Arquivo Sabesp Represas Sistema Cantareira durante a crise hídrica de 2015.

METODOLOGIA UTILIZADA

Com a contínua gestão da operação do sistema e por meio de indicadores com tendências desfavoráveis [3], ou mesmo com registros históricos de não capacidade de

processos, acrescidos a refinamento e práticas do estado da arte em abastecimento de água surgiu a oportunidade de inovação do equipamento chamado Booster Padrão.

Esta solução, consiste na implantação de uma bomba hidráulica colocada diretamente na rede de distribuição, com o intuito de diminuir a perda de carga ao longo do sistema, principalmente em áreas com crescimento desordenado e condições topográficas mais complexas.

Abaixo uma tabela 1 síntese de causas de faltas de água para os clientes, dentro das etapas do ciclo de saneamento básico por motivos estruturantes, que servem como a principal entrada da Perspectiva de Processo Interno, no Objetivo Estratégico do Mapa Operacional da Corporação – BSC vistos abaixo. Esta tabela serviu como base para construção da matriz SWOT (Strengths-Forças, Weakness-Fraquezas, Opportunities-Oportunidades e Threats-Ameaças) e foi utilizada na etapa de Formulação de Estratégias do Processo de Planejamento figura 2:

Faltas de Água por baixa eficiência operacional							
Etapalização	Captação		Adução	Tratamento	Adução	Reservatórios	Distribuição
Fatores	Superficial	Subterrânea	A. Bruta	Bombeamento	A. Tratada	Setorias e ZA's	de A. Tratada
Porte da FAG	Grande	Total	Grande	Grande	Médio	Regional	Local
Previsibilidade de ação preventiva	alta	média	alta	alta	média	alta	baixa
Admsional de chamados de FAG	2	{25}	1 {0}	5 {20}	5 {0}	7 {5}	80 {50}
Motivos	Hidrológicos FEE	Hidrológicos FEE	Manutenção	Fisicoquimicos FEE	Manutenção	Controle Operacional FEE	Manutenção Infra estrutura Gerenciamento de Pressão FEE
Soluções	Ortodoxas	Ortodoxas	Ortodoxas	Ortodoxas	Ortodoxas	Ortodoxais/Paradoxais	Paradoxais/Ortodoxais

Obs.: FEE – Falta de Energia Elétrica

Tabela 01

Fonte: Unidade de Engenharia de Água, desenvolvimento de Sistemas de Abastecimento de Água e

O Projeto SIBOOST nasceu da iniciativa da SABESP – MS, com o objetivo de aumentar significativamente a qualidade dos serviços executados pelos equipamentos de bombeamento, com a introdução de soluções inovadoras e aperfeiçoamento de práticas existentes no mercado. Em suma trata-se da busca por soluções inovadoras, ou já existentes no Mercado. Diagnósticos feitos por meio de análises críticas, sugeriram um planejamento operacional para tratamento de indicadores tanto direcionadores, como de resultados e dentre as principais etapas adotadas no planejamento temos: Descrição do sistema reservação e distribuição; Apuração dos elementos demográficos e de demandas; Cálculo das vazões e Cálculo da estimativa de redução no consumo de energia elétrica. Nesses últimos não foram calculadas as perdas a serem recuperada no setor.

A síntese de reclamações de faltas de água em áreas já consolidadas e

universalizadas estão ligadas diretamente aos manejos necessários para a nova forma de gestão da operação do sistema de distribuição de água a partir da crise.

As chamadas gestão de demandas estão baseadas na redução na pressão do sistema para os clientes, reduzindo os números de perdas reais que estão diretamente ligados a pressão no sistema e consequentemente ao consumo final [5],

A adoção deste novo modelo de operação, com a constante variação das pressões no sistema, reflete significativamente na sazonalidade de funcionamento dos equipamentos, levando a ocorrência de quebras nos mesmos.

DIAGNÓSTICO DO PROBLEMA

Os setores a serem trabalhados foram identificados pelos Centros de Monitoramento de Equipamentos da Operação, onde as informações de desempenho das diversas áreas controladas são recebidas, passando por triagem e análise. Posteriormente seguindo fluxo de tratamento de acordo com o processo envolvido e são retroalimentadas diariamente pelo próprio monitoramento.

Através dessa prática são elaborados relatórios gerenciais e operacionais (diário, semanal e mensal) que dão subsídio às tomadas de decisão das lideranças.

O Subsetor estudado e utilizado como piloto, case Chama-se Carmelo Barone, e faz parte do setor de abastecimento Ouro Fino. Este booster foi um dos locais que mais sofreram com as variações de pressão devido as ações durante a crise hídrica como veremos a seguir. Abaixo segue tabela 02 sínteses das ocorrências no setor do booster Carmelo Barone onde houve 17 ocorrências com parada no abastecimento em 2017 que geraram falta de água ou pouca pressão, sendo verificadas diversas reclamações dos clientes [8].

Município/UGR	Motivo	descr. Ocor.	Econo	Equipamento	Data
RIBEIRAO PIRES-BILLINGS	MANUTENCAO	RUIDO ANORMAL	13325	BOOSTER CARMELO BARONI	27/01/2017 15:28
RIBEIRAO PIRES-BILLINGS	MANUTENCAO	DESLIGAMENTO ANORMAL	9964	BOOSTER CARMELO BARONI	06/03/2017 07:45
RIBEIRAO PIRES-BILLINGS	MANUTENCAO	DESARME INDEVIDO	1587	BOOSTER CARMELO BARONI	24/03/2017 10:51
RIBEIRAO PIRES-BILLINGS	MANUTENCAO	FALHA INVERSOR	2228	BOOSTER CARMELO BARONI	30/04/2017 11:03
RIBEIRAO PIRES-BILLINGS	MANUTENCAO	NÃO REARMA	13325	BOOSTER CARMELO BARONI	18/06/2017 17:12
RIBEIRAO PIRES-BILLINGS	MANUTENCAO	BAIXO RENDIMENTO	13325	BOOSTER CARMELO BARONI	21/06/2017 11:23
RIBEIRAO PIRES-BILLINGS	MANUTENCAO	NÃO REARMA	9964	BOOSTER CARMELO BARONI	09/07/2017 09:10
RIBEIRAO PIRES-BILLINGS	MANUTENCAO	NÃO REARMA	13325	BOOSTER CARMELO BARONI	14/09/2017 13:37
RIBEIRAO PIRES-BILLINGS	MANUTENCAO	NÃO REARMA	13325	BOOSTER CARMELO BARONI	08/10/2017 10:15
RIBEIRAO PIRES-BILLINGS	MANUTENCAO	NÃO REARMA	13325	BOOSTER CARMELO BARONI	07/11/2017 10:16
RIBEIRAO PIRES-BILLINGS	MANUTENCAO	RUIDO ANORMAL	13325	BOOSTER CARMELO BARONI	12/11/2017 11:09
RIBEIRAO PIRES-BILLINGS	MANUTENCAO	NÃO REARMA	13325	BOOSTER CARMELO BARONI	14/11/2017 14:45
RIBEIRAO PIRES-BILLINGS	MANUTENCAO	TROCAR BOMBA	13325	BOOSTER CARMELO BARONI	13/12/2017 11:29
RIBEIRAO PIRES-BILLINGS	MANUTENCAO	FREQUENCIA BAIXA	13325	BOOSTER CARMELO BARONI	18/12/2017 09:28
RIBEIRAO PIRES-BILLINGS	MANUTENCAO	NÃO REARMA	13325	BOOSTER CARMELO BARONI	22/12/2017 09:14
RIBEIRAO PIRES-BILLINGS	MANUTENCAO	NÃO ATENDE PT CRITICO	13325	BOOSTER CARMELO BARONI	23/12/2017 09:03
RIBEIRAO PIRES-BILLINGS	MANUTENCAO	NÃO ATENDE PT CRITICO	13325	BOOSTER CARMELO BARONI	24/12/2017 09:39

Tabela 02: Solicitações de Manutenção em Booster Carmelo Baroni 2017

Fonte Sistema Gerenciamento da Distribuição

Todo setor de abastecimento fornece os mesmos dados básicos para dimensionamento e definição de qual o melhor equipamento a ser aplicado, as informações relevantes sempre são: Vazão; Pressão; Área; Disponibilidade de energia; Cota Ponto Crítico. Dentre todas essas informações o único dado que varia frequentemente ao longo do dia de acordo com o consumo e uso dos clientes é a vazão, através da variação da vazão pelo consumo se altera todo o comportamento do sistema e baseado nela os equipamentos eletromecânicos são calculados com certa flexibilidade.

Ao longo do dia podemos encontrar três condições distintas de vazões:

- Condição de máxima vazão;
- Condição de média vazão;
- Condição de mínima vazão.

Geralmente dimensiona-se apenas um equipamento que trabalha em serie com a linha de distribuição em uma faixa muito restrita que chamamos de **média**, ou seja, quando a condição do setor apresenta expressivos picos de aumento e ou redução de vazão, caracterizando as seguintes condições:

- Na Vazão máxima temos – Subpressão no sistema e falta de água por insuficiência;
- Na Vazão mínima - se ter sobre pressão no Sistema e consequentemente vazamentos.

Entre os picos de vazão máxima temos pouca pressão e falta de água e na baixa vazão temos sobre pressão que pode causar vazamento com perda de água do sistema, ou seja, em ambos os casos a situação é a pior possível, Outro fato relevante é o aumento de consumo de energia devido ao motor não operar em sua faixa de rendimento ideal. Como verificamos no gráfico abaixo de pressão no ponto crítico.

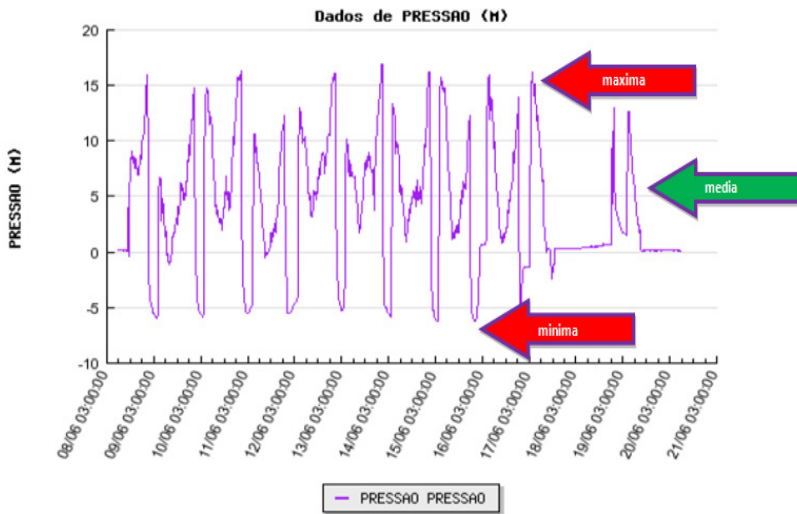


Gráfico 01: Análise de dados pressão ponto crítico

Fonte logger pressão do autor

Observamos a seta (Em vermelho) no ponto de máxima pressão com 15 mca de pressão, a seta indicando a pressão ideal (Em verde) que deveria ser a mínima do sistema para abastecimento e a seta (Em vermelho) que indica a menor pressão ou a pior condição de abastecimento, onde se chega a ter pressões negativas (vácuo) de menos -5mca (Metros de Coluna de Água), ou seja, admissão de ar na linha. O ideal é mantermos uma pressão constante mínima de 10 mca.

Toda essa situação acontece devido a **variação das pressões na sucção** indicadas no gráfico abaixo, os equipamentos instalados são muito sensíveis a estas variações pelo simples fato de terem sua geometria baseado em bombas do tipo centrifuga radial, ou seja, a variação da pressão na sucção faz com que o equipamento module a pressão de recalque de modo que ela seja acrescida a sua capacidade de bombeamento, porém quando essa pressão cai a níveis inferiores ao dimensionado, considerado como mínimo admissível o efeito é inverso reduzindo a pressão afetando o abastecimento. Todo o equipamento de bombeamento precisa ter o que chamamos de NPSH, a sigla vem da expressão Net Positive Suction Head, ou seja, precisa de uma pressão mínima para executar o trabalho de bombeamento e está relacionada as perdas de carga nas tubulações de sucção antes de entrar na bomba. Geralmente e em épocas anteriores as condições de instalação eram mais favoráveis e estas pressões sempre atendiam com sobra, de forma que era possível se fazer este aproveitamento de carga residual.

Como já dissertamos anteriormente novas práticas de gestão das pressões baseadas na redução das perdas atingiram diretamente estes equipamentos, que passaram a trabalhar de forma descontrolada, fora de sua curva de trabalho.

No caso do nosso equipamento deveria ser mantida uma pressão mínima de sucção de 30 mca em regime dinâmico, que não ocorre como podem ver no gráfico.

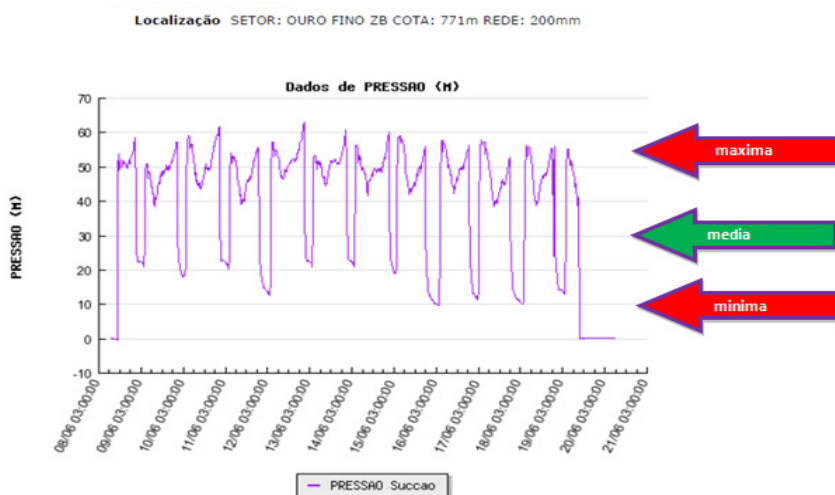


Gráfico 02: Análise de dados pressão sucção

Fonte logger pressão do autor.

No gráfico acima as pressões de entrada no equipamento variam entre 10mca e 60mca devido as gestões de demanda, uma situação impossível de ser corrigida por apenas um equipamento é impossível absorver um range de variação de +/- 50mca apenas variando a frequência elétrica e mantendo a mesma geometria hidráulica da bomba.

No gráfico a seguir vemos o comportamento na saída do equipamento que varia suas pressões na mesma proporção que a pressão de sucção varia. Elas são diretamente proporcionais, no caso do nosso equipamento deveria ser mantida uma pressão mínima de 95 mca em regime dinâmico.

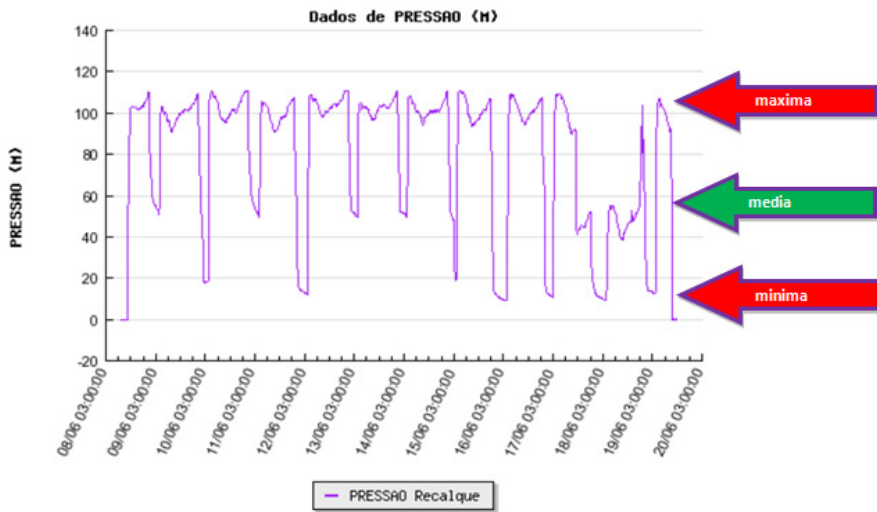


Gráfico 3: Análise de dados pressão recalque
Fonte logger pressão do autor

Como demonstrado no gráfico às pressões variam entre 50mca e 100mca, desta forma podemos verificar porque a pressão do ponto crítico no gráfico 01 não se mantém estável. Motivo das reclamações e desabastecimentos.

IMPLEMENTAÇÃO DA SOLUÇÃO

Não havia no mercado uma solução pronta e completa que se adaptasse as demandas descritas anteriormente. Isso nos levou a visitar as feiras do setor de saneamento como a FENASAN – Feira Nacional de Saneamento e os congressos da ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção, com a troca de experiência e benchmarking conseguimos identificar os elementos mecânicos necessários para a montagem de um conjunto que nos atendessem de forma plena.

Já existia uma solução que tinha grande potencial para atendimento da nossa demanda, porém ela só era utilizada em sistemas de Apartamentos, Edifícios comerciais, Condomínios de casas, Hotéis, Hospitais, Arenas esportivas, Escolas ou pequenos sistemas de Irrigação. Tratava-se de uma solução que não se focava na área de saneamento e não se imaginava que esta ideia poderia ser perfeitamente aplicada em sistema de distribuição de água públicos. Fizemos uso desta tecnologia e a adaptamos as nossas reais necessidades inovando na adaptação e agregando melhorias.

Em locais densamente povoadas, o transporte de água encontra-se frequentemente

associada a riscos de fuga, esta situação acarreta elevados custos de operação que através de uma interface de comunicação auxilia na detecção destas fugas, como perda de pressão, aumento de pressão e aumento de vazão. A nossa proposta com a implantação do SiBoost reduziu drasticamente o consumo total energético, graças a componentes de excelência (sistema hidráulico e motores) unido com um aparelho de distribuição eficiente, O SiBoost sistema de pressurização de água é altamente eficiente, pronto para conexão com o sistema pode ser montado com 2 a 4 bombas centrífugas em uma plataforma de aço inoxidável de alta pressão ligadas em paralelo e na vertical, dispendo cada bomba de um conversor de frequência altamente eficiente. As ligações e os sensores estão protegidos para garantir uma instalação segura e confiável.

O Abastecimento de água é totalmente automático pelo sistema e o aumento de pressão no modo de entrada, na alimentação a partir da rede pública não interfere nos parâmetros de funcionamento uma vez que é necessário apenas o NPSH requerido pela bomba. Os motores são de alta eficiência com controle de velocidade de variação infinita através do conversor de frequência em cada uma das bombas, frequentemente alimentado pelos sensores de transmissão de pressão.

A implementação da solução SiBoost no setor de abastecimento Ouro Fino, foi proposta de acordo com as premissas estabelecidas no planejamento para tratamento de indicadores de falta de água através dos controles de pressão no Sistema e contou com 3 pilares principais, de ações heterodoxas de engenharia que foram:

incorporar à operação toda a infraestrutura nova e comissionamentos necessários com toda a automação requerida;

O segundo pilar foi o levantamento de áreas periféricas com maiores incidências de FAG, por insuficiência de água devido à gestão de demandas o mesmo que paradoxalmente a custos desfavoráveis ao concessionário;

O terceiro pilar de maior tecnicidade e detalhado nesta prática de melhoria de gestão, foi a implantação do SIBOOST como uma solução completa.

A concepção do projeto consiste em um sistema de bombas centrífugas de múltiplo estágio axial, com sistema de automação acoplada funcionando em paralelo compensando todas as sazonalidades e variações do sistema entregando exatamente a pressão solicitada em normas técnicas. As bombas funcionam em sistema on/off de acordo com a demanda e assim temos grande flexibilidade de atendimento das curvas de vazão.

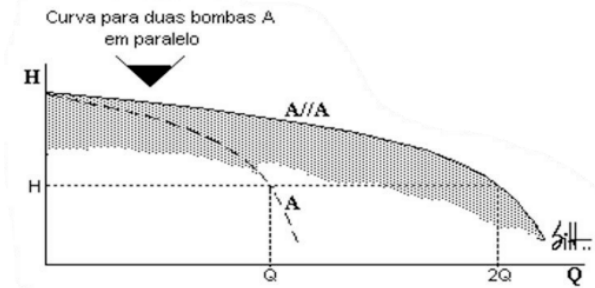


Figura 3: Demonstra o tipo de curva de bomba

Basicamente desligando uma ou mais bombas ao longo do dia acompanhando a variabilidade do Sistema, alcançamos uma eficiência maior quando comparado a redução através de variadores de frequência, ou seja, desligar uma bomba é mais eficiente do que reduzir sua velocidade, de maneira geral aproveitamos todo o rendimento elétrico com os variadores e ainda todo o rendimento hidráulico com o desligando dos conjuntos motobombas. Desta forma economizamos sempre a maior parcela de potência possível. Este novo sistema substitui o antigo Booster Padrão, que deixou de ser efetivo no seu trabalho.

Foi montada uma equipe multidisciplinar contendo como participantes fixos três engenheiros (Mecânico, Elétrico e Civil), participaram os encarregados de manutenção eletromecânica com conhecimento de todas as premissas de Confiabilidade Operacional e finalizando o grupo um especialista em Controle de Perdas e abastecimento de sistemas. Desta forma o equipamento estaria na fronteira tecnológica de equipamento operacional.

Foram incluídos no trabalho instrumentos de controle e eficiência operacional, com medições eletrônicas e automatizadas de vazão e pressão. O grupo foi coordenado pelo engenheiro mecânico, visto que a competência básica de um booster é uma solução hidráulica de cadeira da engenharia mecânica.



Imagem 02, 03 e 04 - Sistema de Bombeamento antes e Depois de implantado

Fonte do autor

A figura demonstra abaixo simplicidade de interface do sistema e a disposição da montagem do conjunto que é muito mais compacto, tecnológico e com materiais adequados a nova geometria de plug and play além das características especiais/vantagens do produto

Sistema robusto com bombas centrífugas de alta pressão em aço inoxidável com conversor de frequência integrado;

Grande largura de banda de controle desproporcional de 25 Hz a 60 Hz no máximo;

Instalação completa com otimização de perdas de pressão;

Sistema integrado de detecção de funcionamento a seco com desconexão automática através do sistema eletrônico de controle do motor;

Máxima qualidade de controlo graças ao aparelho de controlo S Ce utilizado, com mostrador LCD, fácil navegação e regulação por botão rotativo;



Imagem 5: Sistema de Automação e Disposição das bombas em sistema plug and play

O cronograma de implantação seguiu as seguintes etapas:

Etapas de concepção e os períodos	
1	Compilação dos dados de manutenção PCM – Responsáveis Técnicos e Auxiliares; Jan. a Dez./2017;
2	Discussão em análise crítica setorial Eletromecânica – Responsável Grupo Multidisciplinar Gerente, Engenheiros, Encarregados Técnicos, Mecânicos e Eletricistas; Maio./2017;
3	Discussão Aprovação do Plano de Ação no fórum departamento – Responsável Representante do Grupo de Discussão do Fórum Gerente ou Engenheiro; Jun./2017;
4	Busca de soluções de Mercado feiras e Workshop – Responsáveis Engenheiros, Encarregados Técnicos, Mecânicos e Eletricistas; Jul. e Set./2017;
5	Adaptações da Solução as instalações existentes – Engenheiro elétrico, Engenheiros Mecânico, Engenheiro Civil, Encarregados, Técnico Mecânico, Técnico Elétrico, Mecânicos e Eletricistas; Set./2017 a Fev/2018;
6	Reserva de Recursos para a implantação – Responsáveis Técnicos Administrativos e Gerente; Set./2017;
7	Licitação dos equipamentos - Responsável Pregoeiro e Analistas; Out./2017;
8	Entrega e Recebimento – Almojarifes; Nov./2017.

9	Implantação - Responsáveis Engenheiros, Encarregados, Técnicos, Mecânicos e Eletricistas; Fev./2018;
10	Operação Monitoramento - Responsável Unidade de Gerenciamento Regional e Operação; Fev./2018;
11	Manutenção Corretiva, Preventiva – Responsável Unidade de Eletromecânica; Fev./2018;
12	Acompanhamento de Resultados Preliminares– Célula de Gestão energia Eletromecânica; Fev./2018 a Jan./2019;
13	Acompanhamento de Resultados Finais e Ocorrências de Manutenção – Célula de Gestão energia Eletromecânica; Fev./2018 a Jan./2019.



Figura 4: Imagens da montagem do sistema

Fonte do autor

Os custos aproximados de implantação do projeto piloto foram:

- 1 – Sistema de Pressurização R\$60.000,00;
 - 2 – Custos com materiais acessórios R\$ 10.000,00;
 - 3 – Custos com mão de obra aplicada R\$ 15.000,00;
- Total de despesas R\$85.000,00 reais.

A previsão de retorno do investimento é de aproximadamente 4 anos, levando se em consideração apenas a redução do consumo energético, o aumento na demanda reprimida e a redução da despesa de manutenção que era de R\$850,00 por manutenção corretiva.

Os resultados alcançados foram verificados imediatamente após a implantação, com a regularidade das pressões no sistema que agora se verifica variações máximas de 2 MCA (metro de coluna de água). O sistema não tem mais o efeito “sanfona” que aumenta e diminui as pressões causando fadiga no material das redes e do sistema do bombeamento. O equipamento não sofre com as variações de pressão devido a gestão de demandas, não tem variações na pressão de recalque reflexo das variações de pressão de sucção.

O sistema funciona com as bombas variando pelo inversor e se o sistema entende que não é mais necessário se manter ligada ele desliga automaticamente economizando energia nos horários de menos vazão do sistema. Inteligente totalmente automatizado e com interface homem maquina simplificada. O sistema não precisa de interferência do operador, ajudando a acabar com a incidência de falta de água e por último não tendo nenhuma solicitação de manutenção no equipamento.

RESULTADOS OBTIDOS

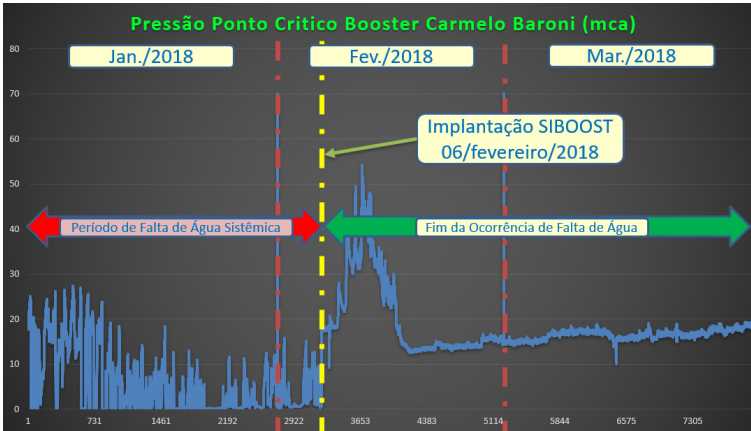


Figura 8: Regularidade do Sistema Abastecimento

Fonte Sistema Scorpions

Na figura acima verificamos a variabilidade do sistema antes das ações e logo após a implantação vemos que imediatamente o sistema manteve a pressurização. Automaticamente obtivemos o abastecimento nas residências desabastecidas, e satisfação das pessoas que ficaram longos períodos sem o abastecimento diurno devido à crise hídrica e as gestões noturnas.

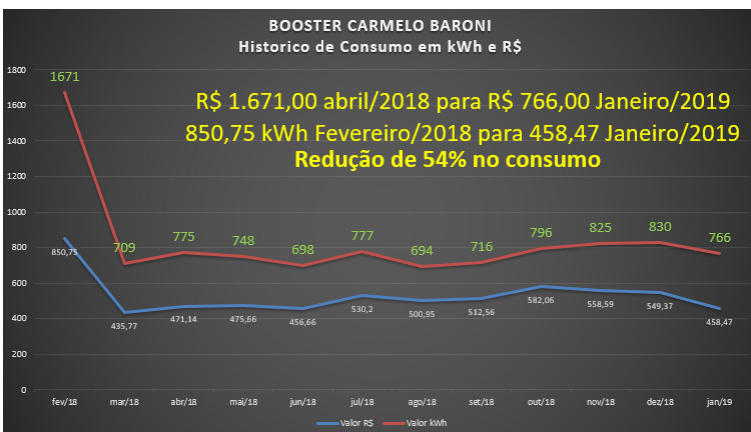


Figura 9: Redução consumo energia elétrica

Fonte AES Eletropaulo

Na figura acima verificamos a queda abrupta do consumo de energia e da despesa operacional com energia elétrica e o rendimento mecânico chega a 80% de eficiência.

Abaixo segue outros resultados relevantes:

Redução na conta de energia em reais R\$ de 46% na conta;

Redução no consumo de energia em kW de 54% na conta;

Redução do ruído mais conforto para mecânicos e população vizinha;

Redução no número de chamados Quebra Zero em 14 meses de implantação;

Atendimento pleno do abastecimento zero falta de água por quebra do equipamento;

Possibilidade de crescimento do setor sem necessidade de nova instalação;

Sistema de bombeamento com equipamento reserva.

CONCLUSÕES

O projeto SIBOOST – A inovação na metodologia de operação do sistema de abastecimento de água com foco na regularidade dos equipamentos pressurizadores durante as singularidades das crises hídricas e energética foi um desenvolvimento tecnológico incremental e de inovação em processos. De acordo com os resultados apresentados no estudo de caso, a implantação deste projeto possibilitou a solução dos problemas de manutenção dos equipamentos, reduzindo custos de manutenção e custos com energia elétrica, acabando com as reclamações de falta de água e mantendo a regularidade operacional do equipamento. Após a implantação e sucesso deste projeto piloto a prática apresentada foi incorporada como novo modelo de padronização de equipamentos operacionais, hoje o equipamento faz parte das práticas desenvolvidas dentro da unidade de negócios Sul, que visam a integração das diversas modalidades de atividades técnicas como as práticas de gestão e inovação em processos de projetos e de execução. Trabalhamos em conjunto com diversas áreas corporativas da companhia que posteriormente, mesmo que parcialmente, foi aproveitada pela Superintendência como a padronização de equipamentos operacionais para novos empreendimentos e estão em implantação mais 20 equipamentos só na unidade Sul.

REFERÊNCIAS

RG - Relatório de Gestão - PNQ - 2018, SABESP, Unidade de Negócio SUL - MS, Elaborado no âmbito do Prêmio Nacional da Qualidade PNQ, Avaliador FNQ – Fundação Nacional de Qualidade, 2018.

IBGE - Relatório de Estimativas da População Residente para os Municípios e para as Unidades da Federação Brasileiros – Referência 1º de Julho de 2017, IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e estatística, 2017.

COP - Relatório do Controle on line de Perdas, SABESP, Unidade de Negócio SUL - MS, Elaborado no âmbito do Prêmio Nacional da Qualidade PNQ, 2017.

AZEVEDO NETTO, J.M.; FERNANDEZ Y FERNANDEZ, M.; ARAUJO, R.; ITO, A.E. Manual de hidráulica. 8. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998. 669 p.

CETRE do Brasil LTDA. Apostila do Curso de Detecção de Vazamentos Não Visíveis – Métodos Acústicos. 2003. 154p.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. Abastecimento de água. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da USP, São Paulo - SP. 2006. 643p.

Documentos Técnicos de Apoio – DTAs elaborados no âmbito do PNCDA (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água). Ministério do Planejamento e Orçamento – Secretaria de Política Urbana, 1998.

BRAIDOTTI Junior, Jose Wagner, A Falha não é uma opção – 2ª Edição Revisada e Ampliada p.21-45, Rio de Janeiro, Editora Moderna Ltda.,2016.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas – Utilização das Normas Técnicas NBR 12.214/1992, NBR 12.218/1994

Sites Consultados

<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=sp>

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm

<https://portal-intranet.ti.sabesp.com.br>

http://10.7.41.153/comercial/relatorio/relatorio_ac.asp

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ácidos graxos 99

Afluentes 129, 234, 238, 239, 339

Agricultura 84, 137, 140, 144, 145, 170, 171, 181, 182, 185, 189, 202, 203, 222

Águas pluviais 96, 118, 120, 127, 128, 129, 132, 134, 240

Águas residuais 77, 86, 100, 115, 118, 120, 154

Águas subterrâneas 103, 104, 105, 106, 108, 109, 112, 114, 134, 137, 139, 141, 145, 149, 150, 151, 152, 212, 214

Aproveitamento energético 85, 94, 96, 97

Aquífero 106, 114, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 149, 150, 151, 152

Aterro sanitário 32, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 110, 112, 113, 114

Atividade antrópica 156

B

Bacia hidrográfica 141, 154, 156, 229, 274, 275, 276, 281, 285, 286, 288, 297, 300

Bactérias 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 182, 183, 204, 206, 249, 332

Biodegradabilidade 334, 335, 339

Biodiversidade 180, 232, 245

Biogás 94, 96, 97, 99, 100

C

Chorume 96, 108, 111, 112, 113

Coleta seletiva 71, 74, 80

Coliformes fecais 107, 206, 209, 233

Coliformes totais 105, 107, 109, 112, 139, 204, 205, 206, 207, 212, 213

Combustíveis renováveis 100

Composto orgânico 89

Conselho nacional de meio ambiente (CONAMA) 34

Contaminação do solo 110, 112

Cor 30, 147, 173, 175, 187, 188, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 244, 247, 248, 249, 335, 336, 337, 338, 339

Corpos hídricos 95, 96, 113, 128, 233, 238, 239, 240

Crescimento populacional 39, 83, 95, 155, 230, 231, 236

D

Decomposição anaeróbia 94, 95
Degradação ambiental 37, 38, 72, 153, 230, 240
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) 105, 109, 111, 233
Demanda química de oxigênio (DQO) 105
Descarte 8, 25, 49, 57, 58, 59, 60, 64, 67, 71, 73, 74, 76, 77, 80, 81, 239, 247, 295
Desenvolvimento sustentável 26, 35, 58, 69, 151, 152, 181, 294, 320
Dióxido de carbono (CO₂) 94, 95, 96, 99
Doenças de veiculação hídrica 69, 154, 204, 205, 206, 209, 210, 211, 213, 230

E

Ecosistema 81
Educação ambiental 5, 7, 33, 35, 49, 58, 71, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 185, 195, 240, 352
Efeito estufa 95, 99
Efluentes 16, 96, 105, 106, 107, 108, 111, 113, 114, 127, 128, 133, 134, 145, 149, 153, 156, 158, 205, 230, 231, 232, 238, 239, 240, 241, 246, 339, 342, 352
Escoamento pluvial 320, 321
Esgoto doméstico 235, 242, 290
Estação de tratamento de esgoto (ETE) 134, 352

G

Geoprocessamento 67, 289, 291, 293
Gerenciamento de resíduos 1, 2, 9, 10, 13, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 26, 33, 34, 35, 36, 49, 71, 81

I

Impacto ambiental 104, 108, 112, 241
Infraestrutura urbana 149, 155
Instituto brasileiro de geografia e estatística (IBGE) 12, 39, 55, 59, 68, 69, 269, 273

L

Lagoas de estabilização 103, 105, 107, 108, 111, 113, 114
Lixo 13, 34, 36, 49, 64, 77, 81, 83, 92, 128
Lodos ativados 99, 130

M

Meio ambiente 2, 7, 10, 11, 13, 14, 20, 21, 23, 24, 26, 32, 34, 40, 58, 68, 69, 72, 76, 79, 80, 81, 82, 102, 103, 104, 113, 116, 120, 128, 134, 182, 200, 201, 251, 270, 320, 333

Micro-organismos 31

P

Parâmetros físico-químicos e biológicos 231, 352

Patogênicos 8, 31, 204, 206

Política nacional de resíduos sólidos (PNRS) 4, 10, 11, 12, 35, 58, 68

Política nacional do meio ambiente (PNMA) 20, 26, 34

Poluição 14, 49, 72, 100, 121, 122, 141, 154, 156, 158, 170, 229, 230, 231, 244, 245, 246, 247, 251, 290, 294, 295

Poluidor-pagador 26

Potabilidade da água 140, 204, 212

Preservação ambiental 13, 14, 171

R

Radiação solar 330, 331, 333, 334, 335, 339, 352

Reaproveitamento 1, 4, 5, 8, 9, 26, 83, 85, 86, 87, 91, 96, 100

Reciclagem 1, 3, 7, 9, 12, 15, 17, 19, 20, 26, 49, 52, 64, 72, 74, 80, 84, 92

Recursos hídricos 66, 68, 102, 134, 140, 145, 150, 151, 152, 154, 158, 160, 214, 225, 241, 242, 243, 245, 266, 273, 274, 275, 286, 288, 289, 290, 291, 294, 295, 300, 340

Recursos naturais 14, 66, 72, 95, 145, 171, 245, 274

Resíduos biológicos 25, 29, 31

Resíduos perigosos 21, 23, 24, 35, 36, 100

Resíduos químicos 29, 30, 31, 35

Resíduos recicláveis 31

Resíduos sólidos 1, 2, 4, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 20, 21, 23, 24, 34, 35, 36, 37, 49, 52, 53, 57, 58, 60, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 72, 82, 83, 85, 90, 91, 92, 93, 100, 103, 104, 113, 153, 156, 232, 239, 290, 295

Reutilização 3, 4, 5, 7, 9, 11, 12, 15, 18, 21, 26, 52, 81, 352

S

Saneamento básico 58, 59, 68, 69, 118, 129, 154, 157, 168, 229, 230, 231, 233, 235, 236, 237, 240, 241, 242, 245, 252, 266, 269, 303, 306, 340

Segregação de resíduos 17, 35

Sistema de esgotamento sanitário 123, 128, 239, 269, 292, 293, 300

Sistema nacional de informações sobre saneamento (SNIS) 58, 68, 231, 273

Sustentabilidade 9, 11, 12, 39, 40, 54, 72, 81, 91, 104, 146, 148, 160, 181, 183, 184, 319, 328

T

Tratamento biológico 96, 331





Turbidez 66, 233, 244, 247, 248, 249, 251, 337, 338, 339

V

Valor máximo permitido (VMP) 108, 140, 213, 244, 248, 249





Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

3

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

Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

3

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