

The background is a dark blue gradient. It features several white line-art gears of various sizes. In the center, there is a faint, semi-transparent image of a person's head in profile, looking downwards. The title 'Gears of the future' is written in a white, sans-serif font, with 'Gears' on the top line and 'of the future' on the bottom line, separated by a thin white horizontal line.

Gears of the future

Adriano Pereira da Silva
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2022

The background is dark grey with a complex pattern of white and light grey gears of various sizes. In the center, there is a faint, light grey silhouette of a human head in profile, facing right. The overall aesthetic is technical and futuristic.

Gears of the future

Adriano Pereira da Silva
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



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

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

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

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

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

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

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

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

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

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



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



Diagramação: Daphynny Pamplona
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Adriano Pereira da Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G292 Gears of the future / Organizador Adriano Pereira da Silva. –
Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-868-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.684220402>

1. Gears of the future. I. Silva, Adriano Pereira da
(Organizador). II. Título.

CDD 303.49

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

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



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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



DECLARAÇÃO DA EDITORA

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



APRESENTAÇÃO

A coleção “Organização Gears of the future” versa a pluralidade científica e acadêmica, permeando as singularidades das várias obras que compõem os seus capítulos. O volume apresentará trabalhos, pesquisas, relatos que promovem as diversas formas da aplicação da engenharia de produção, de modo interdisciplinar e contextualizada, em sua gama de conteúdo iterativo.

O principal objetivo é expor, de forma categórica e clara, as pesquisas realizadas nas diversas instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais, cujos trabalhos contemplam diretrizes relacionadas à automação, cromatografia, estilos de aprendizagem, identificação de sistemas, impressão 3d, melhoramento de solo, métodos numéricos, reconhecimento de padrões e áreas correlatas.

Portanto, os tópicos discutidos em sociedade, empresariado e academia, são trazidos para um âmbito crítico e estruturado, estabelecendo uma base de conhecimento para acadêmicos, professores e todos aqueles que estão interessados na engenharia de produção e/ou industrial. Assim, salienta-se a importância das temáticas abordadas nesta coleção, visto pela evolução das diferentes ferramentas, métodos e processos que a indústria 4.0 desenvolveu ao longo do tempo e sendo capaz de solucionar problemas atuais e vindouros.

Deste modo, esta obra propõe uma teoria a partir dos resultados práticos obtidos por diversos professores e estudiosos que trabalharam intensamente no desenvolvimento de seus trabalhos, que será apresentada de forma concisa e pedagógica. Sabemos da importância da divulgação científica, por isso também destacamos a estrutura da Atena Editora para fornecer a esses entusiastas da pesquisa científica uma plataforma integrada e confiável para a exibição e divulgação de seus resultados.

Adriano Pereira da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

RETROSPECTIVA DE LA FORMACIÓN DEL INGENIERO FORESTAL ANTE LA CRISIS AMBIENTAL DEL PLANETA

Zazil Ha Mucui Kac García Trujillo

Alicia Avitia Deras

Jorge Antonio Torres Pérez

Martha Alicia Cazares Moran

Víctor Manuel Interian Ku

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204021>

CAPÍTULO 2..... 14

COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE PROJETO DE TÚNEIS EM MACIÇOS FRATURADOS

Frederico Veiga Ribeiro Gonçalves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204022>

CAPÍTULO 3..... 30

CONTROLE ADAPTATIVO USADO EM DOIS ELOS DE UM ROBÔ ELETROMECAÂNICO DE CINCO GRAUS DE LIBERDADE

José Antonio Riul

Paulo Henrique de Miranda Montenegro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204023>

CAPÍTULO 4..... 42

DESENVOLVIMENTO DE UM KIT DIDÁTICO COM SENSOR DE TEMPERATURA E BARRA DE LEDS UTILIZANDO UM MICROCONTROLADOR COM NÚCLEO 8051

Eduardo Batista dos Santos

Salvador Pinillos Gimenez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204024>

CAPÍTULO 5..... 59

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DE LIGAÇÕES CRUZADAS EM BORRACHA NATURAL PARA DIFERENTES SISTEMAS DE VULCANIZAÇÃO

Arthur Pimentel de Carvalho

Harison França do Santos

Carlos Toshiyuki Hiranobe

Eduardo Roque Budemberg

Gabriel Deltrejo Ribeiro

Giovanni Barrera Torres

Jose Francisco Resende

Leonardo Lataro Paim

Leandra Oliveira Salmazo

Miguel Ángel Rodríguez Pérez

Renivaldo José dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204025>

CAPÍTULO 6..... 73

BIOMATERIALS FOR THE STUDY OF CANCER

Nicolas Lara

Maria Inês Basso Bernardi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204026>

CAPÍTULO 7..... 90

INFLUENCIA DEL CLIMA EN EL CRECIMIENTO RADIAL EN UNA PLANTACIÓN DE *Pinus greggii* EN SANTIAGO DE ANAYA HIDALGO, MÉXICO

Pedro Antonio Domínguez-Calleros

Rodrigo Rodríguez-Laguna

José Rodolfo Goché Télles

Norberto Domínguez-Amaya

Héctor Manuel Loera-Gallegos

Jesús Alejandro Soto-Cervantes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204027>

CAPÍTULO 8..... 102

INVESTIGAÇÃO HIDROLÓGICA DA MICRO BACIA DO CÓRREGO DO AFLUENTE DO VEADO, NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE – SP

Karen Caroline Rodrigues Ferreira

Alexandre Teixeira De Souza

Gabriel Itada Tamagno

Elson Mendonça Felici

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204028>

CAPÍTULO 9..... 112

MELHORAMENTO DE SOLO UTILIZANDO MARTELO VIBRATÓRIO: UM ESTUDO DE CASO

Fábio Lopes Soares

Guilherme Ogliari Oliveria

Rhuan Francisco Antunes de Vasconcelos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204029>

CAPÍTULO 10..... 124

RENDIMENTO E ÁCIDOS GRAXOS DOS FRUTOS DE *Calophyllum brasiliensis* CAMBESS NO SUL DO TOCANTINS

Maria Cristina Bueno Coelho

Bonfim Alves Souza

Max Vinícios Reis de Sousa

Wádilla Morais Rodrigues

Yandro Santa Brigida Ataíde

Mathaus Messias Coimbra Limeira

Mauro Luiz Erpen

Maurilio Antonio Varavallo

Juliana Barilli

Marcos Giongo

Damiana Beatriz da Silva
André Ferreira dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040210>

CAPÍTULO 11..... 137

DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE OPERAÇÃO DA EXTRAÇÃO LÍQUIDO – LÍQUIDO EM REGIME CONTÍNUO DOS ELEMENTOS TERRAS RARAS SAMÁRIO E EURÓPIO

Ysrael Marrero Vera
Gabriel Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040211>

CAPÍTULO 12..... 141

EVOLUTION METHODOLOGY OF BIOABSORBABLE POLYMERIC STRUCTURES IN THE APPLICATION OF STENTING AORTIC COARCTATION IN NEONATES

Rosana Nunes Santos
Aron José Pazin Andrade
Tiago Senra Garcia Santos
Gustavo Caravita Andrade
Carlos Augusto Cardoso Pedra
Flávio José dos Santos
Bruno Agostinho Hernandez
Edson Antonio Capello Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040212>

CAPÍTULO 13..... 155

LA WEBQUEST COMO PROPUESTA DE ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PARA ALUMNOS DE INGENIERÍAS

Carlos David Zapata y Sánchez
Guadalupe López Molina

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040213>

CAPÍTULO 14..... 168

O USO DE GEOTÊXTIL PARA O CONTROLE DE DRENAGEM DE ÁGUA DE SUPERFÍCIE - A SOLUÇÃO UTILIZADA PARA FECHAMENTO ADEQUADO DE UMA PILHA ESTÉRIL

Christ Jesus Barriga Paria
Hernani Mota de Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040214>

CAPÍTULO 15..... 180

OTIMIZAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES DA INDÚSTRIA CURTIDORA DE PELES EM PRESIDENTE PRUDENTE – SP

Karen Caroline Rodrigues Ferreira
Alexandre Teixeira De Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040215>

CAPÍTULO 16..... 189

TÓPICOS DE ENERGIA LIMPA E MAPAS COGNITIVOS FUZZY APLICADOS EM ANÁLISE DE SATISFAÇÃO NA INSTALAÇÃO DE SOLAR FOTOVOLTAICO

Márcio Mendonça
Marta Rúbia Pereira dos Santos
Célia Cristina Faria
Fábio Rodrigo Milanez
Francisco de Assis Scannavino Junior
Wagner Fontes Godoy
Rodrigo Henrique Cunha Palácios
Marco Antônio Ferreira Finocchio
Carlos Alberto Paschoalino
Gustavo Henrique Bazan
Ricardo Breganon
Uiliam Nelson Lenzion Tomaz Alves
Marcos Antônio de Matos Laia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040216>

CAPÍTULO 17..... 203

RECONHECIMENTO DE PADRÕES EM SINAIS EMG COM REDE NEURAL PARA IMPLEMENTAÇÃO EM BRAÇO ROBÓTICO

Evelyne Lopes Ferreira
Maury Meirelles Gouvêa Jr.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040217>

CAPÍTULO 18..... 212

SEPARAÇÃO DE TÉRPIO E DISPRÓSIO A PARTIR DA TÉCNICA DE EXTRAÇÃO POR SOLVENTES

Ysrael Marrero Vera
Izabel Nunes Ivancko
João Marcos Batista do Nascimento

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040218>

CAPÍTULO 19..... 221

VIVER A CIDADE: UMA ANÁLISE A PARTIR DA APROPRIAÇÃO DO ESPAÇO PÚBLICO URBANO

Anicoli Romanini

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040219>

CAPÍTULO 20..... 233

SimP - BANCADA VIRTUAL PARA LABORATÓRIOS DE AUTOMAÇÃO PNEUMÁTICA, HIDRÁULICA, ACIONAMENTO DE MOTORES E CONTROLADORES DE PROCESSO – UM CASO EM EVOLUÇÃO

Sergio Adalberto Pavani
Cesar Tadeu Pozzer
Paulo Roberto Colusso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040220>

CAPÍTULO 21	243
AVALIAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DE FALTAS EM LINHAS DE TRANSMISSÃO UTILIZANDO UM SIMULADOR EM TEMPO REAL	
William Pinheiro Silva	
Damásio Fernandes Júnior	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040221	
CAPÍTULO 22	257
von MISES TAPERING: A NEW CIRCULAR WINDOWING	
Hélio Magalhães de Oliveira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040222	
SOBRE O ORGANIZADOR	272
ÍNDICE REMISSIVO	273

O USO DE GEOTÊXTIL PARA O CONTROLE DE DRENAGEM DE ÁGUA DE SUPERFÍCIE - A SOLUÇÃO UTILIZADA PARA FECHAMENTO ADEQUADO DE UMA PILHA ESTÉRIL

Data de aceite: 01/01/2022

Christ Jesus Barriga Paria

Universidade Nacional de Moquegua
Moquegua, Peru
0000-0002-7130-9297

Hernani Mota de Lima

Universidade Federal de Ouro Preto
Ouro Preto, Brasil
0000-0002-5595-4149

RESUMO: Existem obras para conduzir as águas superficiais, com as quais se pode controlar o fluxo hídrico como são os canais de derivação. Precisa-se de um análise de precipitações, que estime as magnitudes e intensidades destas em curtos períodos tempos que incidam diretamente na superfície das obras a construir. Com esta informação e os detalhes topográficos do terreno pode-se determinar o escoamento superficial crítico que sobre as estruturas e projetar os canais de derivação necessários a uma boa drenagem da mesma. Para o desenvolvimento deste estudo, a área da bacia de captação deve ser determinada, o escoamento superficial e a vazão de escoamento nas estruturas de drenagem, os coeficientes de escoamento e demais critérios essenciais para a seleção. Os processos hidrológicos existentes na mina exatamente sob as áreas das pilhas de estéril, componente do plano de fechamento, são, em sua maioria, fluxos do tipo escoamento turbulento dados as inclinações das mesmas. As precipitações são mais frequentes entre os

meses de dezembro e abril, às vezes como uma mistura de chuva e granizo, e nos meses mais frios apresenta se uma neve sutil que, de um modo geral, não acumula na superfície do solo, mas escoa em poucas horas. Tem-se uma estimativa de precipitações que varia máximo 176.6 mm e mínimo 21.4 mm. Como solução preliminar, para fins de fechamento da pilha de estéril) foi apresentado uma proposta de uma consultoria de canalização em concreto para escoar as águas de chuva e de derretimento de neve. Recusada esta proposta visto que não seria factível sua construção optou-se, portanto, pela construção de canais ao longo da face dos taludes, os quais foram protegidos por um geosintético, que depois de um período, pelas suas propriedades, este se degrada naturalmente deixando a zona do canal resistente a posteriores processos erosivos causados pela precipitação e pelo escoamento. Dados de monitoramento dos últimos quatro anos tem demonstrado o sucesso da aplicação de geosintético nos canais de drenagem superficial, para controle da erosão e garantia da estabilidade física em longo prazo para fins de fechamento das pilhas de estéril. Este estudo demonstra a aplicabilidade e a efetividade do uso de geosintéticos para fins de minimização dos processos erosivos causado por águas superficiais e a garantia da estabilidade física em longo prazo para outras estruturas de mina com taludes suaves, bem como a aplicação do geotêxtil para correção de taludes com processo erosivo em curso.

PALAVRAS-CHAVE: estabilidade, geotêxtil, pilhas de estéril.

THE USE OF GEOTEXTILE TO CONTROL SURFACE WATER DRAINAGE - THE SOLUTION FOR CLOSURE OF A MINE WASTE ROCK PILES.

ABSTRACT: There are works to conduct surface water, with which the water flow can be controlled, such as the diversion canal. An analysis of rainfall is needed to estimate the magnitudes and intensities of these in short periods of time that directly affect the surface of the works to be built. With this information and the topographic details of the terrain, it is possible to determine the critical surface runoff over the structures and design the diversion canal necessary for their good drainage. For the development of this study, the catchment basin area must be determined, the surface runoff and the runoff flow in the drainage structures, the runoff coefficients and other essential criteria for selection. The hydrological processes existing in the mine exactly under the areas of the waste dumps, a component of the closure plan, are mostly turbulent flow-type flows given their inclinations. Rainfall is more frequent between the months of December and April, sometimes as a mixture of rain and hail, and in the colder months there is a subtle snow that, in general, does not accumulate on the soil surface, but flows in few hours. There is an estimate of precipitation ranging from a maximum of 176.6 mm to a minimum of 21.4 mm. As a preliminary solution, for the purpose of closing the waste pile) a proposal was presented for a concrete piping consultancy to drain rainwater and snowmelt. Rejecting this proposal as its construction would not be feasible, we opted, therefore, for the construction of channels along the face of the slopes, which were protected by a geosynthetic, which after a period, due to its properties, it degrades naturally leaving the channel zone resistant to further erosive processes caused by precipitation and runoff. Monitoring data from the last four years has demonstrated the successful application of geosynthetics in surface drainage channels, to control erosion and ensure long-term physical stability for the purpose of closing the waste dumps. This study demonstrates the applicability and effectiveness of using geosynthetics for the purpose of minimizing erosive processes caused by surface water and ensuring long-term physical stability for other mine structures with smooth slopes, as well as the application of geotextile for correction of slopes with ongoing erosive process.

KEYWORDS: Stability, geotextile, Mine waste rock piles

1 | INTRODUÇÃO

Há trabalhos de controle de águas de superfície, tais como os que regulam o fluxo de água, tais como canais de desvio. O desenho dessas obras requer a análise das precipitações, que considere magnitudes e intensidades das precipitações em pequenos períodos pequenos que afetam diretamente as dimensões dos trabalhos de construção. Com essas informações e os detalhes dos dados do terreno se faz a determinação do escoamento que deverá controlar cada obra de conservação e do escoamento crítico, tendo, assim, a concepção de um canal de diversão capaz de transportar ou mantê-la em parte.

Para o desenvolvimento deste estudo se determinou a superfícies das áreas de impluvio, o escoamento da água de superfície e os fluxos de canal nos canais. Critérios essenciais para a seleção dos trabalhos a serem usados. A coleta de dados de campo e antecedentes de precipitação recorde para o desenho de canais foram obtidos da topografia

da mina e da estação meteorológica mais próxima chamada CP.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Local de Estudo

O estudo foi realizado em uma mina de minério de ouro, especificamente em um depósito controlado de estéril ou comumente chamado de pilha de estéril.

A mina está localizada geograficamente na serra central do Peru, fica a aproximadamente a uns 464 km de distância da capital do Estado Peruano e tem uma altura de próxima de 4,419 metros acima do nível do mar. A área de estudo compreende uma área de 305,79 hectares.

Realizou-se um análise de precipitação e análise de frequência, estes procedimentos estão baseados em adotar um modelo probabilístico, que representa de forma satisfatória o comportamento da variável. Para estudar foi adotada a distribuição Gumbel com a informação da estação CP de precipitações máxima em 24 horas. Os parâmetros estatísticos dos dados são apresentados na Tabela 1.

Número de dados	58,00
Mínimo	20,70
Máximo	50,00
Media	32,20
Desvio Padrão	7,38
Mediana	30,00
Coefficiente de Variação (Cv)	0,23
Coefficiente de Asimetria (Cs)	0,56
Coefficiente de Curtosis (Ck)	2549

Tabela 1: Parâmetros Estatísticos dos dados.

Para a determinação da distribuição de probabilidade tem se usado o modelo do HYFRAN (Hydrologic Frequência Anlysis). HYFRAN foi desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisa Científica - Água, Terra e Meio Ambiente (INRS-ETE), da Universidade de Québec patrocinado pela Hydro-Québec.

HYFRAN é um software que permite ajustar os dados a leis estatísticas incluindo um conjunto de ferramentas matemáticas, poderosas, acessíveis e flexíveis que permitem inclusive a análise estatística de eventos extremos e de forma mais geral a análise estatística de séries de dados.

A partir dos dados originais, podemos obter a distribuição de probabilidade de não-

excedência contra precipitação. A fórmula empírica de probabilidade utilizada foi Gringorten.

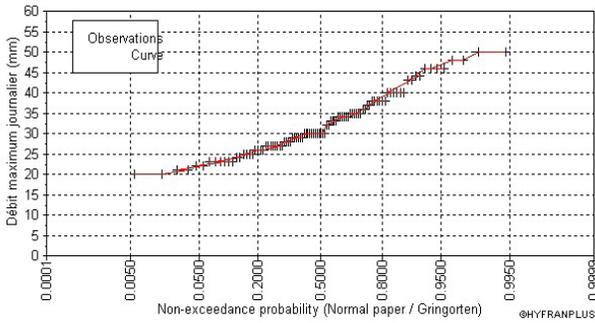


Figura 1. Distribuição de probabilidade não-excedência – Estação CP.

Em seguida, se realizou uma análise de frequência, através da distribuição de Gumbel Tipo I. Esta distribuição também é chamada de Tipo I extremo valor com base em dados máximas extremas. A função densidade de probabilidade para a distribuição de função valor extremo tipo I é:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[-\frac{x-u}{\alpha} - \exp \left(\frac{x-u}{\alpha} \right) \right] \quad (1)$$

Onde α é parâmetro de escala, e μ é o parâmetro de posição, também chamado de o valor central ou moda. A partir dos resultados do programa de HYFRAN, os parâmetros da função Gumbel são: $\mu = 28,72$ e $\alpha = 6,09$. Na Figura 2 se mostra os dados analisados e a função de probabilidade para um intervalo de confiança de 95% de probabilidade. Pode-se concluir que não há uma definição de gráfico que está dentro dos limites de confiança.

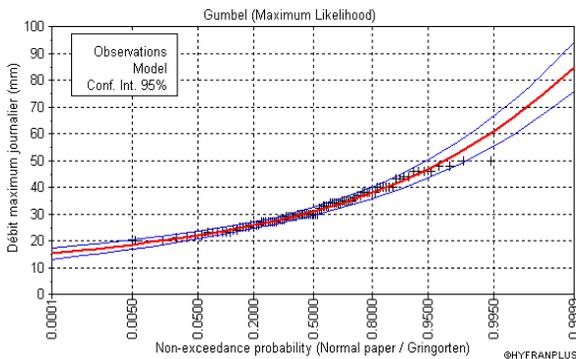


Figura 2. Distribuição de probabilidade não-excedência – Estação CP.

O dimensionamento dos trabalhos de canalização foi associado com um período

de duração, considerando-se que as obras estão inseridas em áreas onde está localizada a mina. Para o sustento hidrológico se recomenda o dimensionamento das obras para um período de retorno de 200 anos, entendido período de retorno como o intervalo médio de tempo dentro do qual determinada magnitude ou intensidade de chuva igual ou superior a uma vez. A Tabela 2 apresenta a precipitação máxima em 24 horas usando uma distribuição Gumbel com diferentes períodos de retorno.

Tempo de retorno (anos)	Precipitação (mm)
2	31295
20	48773
200	64384
400	69045
1000	75201

Tabela 2: Precipitação versus Tempo de Retorno.

São necessários os valores estimados de magnitudes e intensidades por curtos períodos (geralmente igual ou menor do que 1 hora), pois tem um impacto direto sobre a contribuição máxima de escoamento que devem suportar os canais para o sistema de drenagem.

Conhecida a precipitação em 24 horas (P_{max}) associados a um período de retorno (R) se determina a magnitude e intensidade da precipitação, por um tempo t, com o mesmo período de Retorno (R) a partir do método de Dick e Peschke.

Para a área de estudo é tomado como referência registra a maior precipitação de estação CP, devido à sua proximidade com a área de estudo. A ocorrência de eventos hidrológicos extremos no local da mina poderia gerar precipitação máxima 24 horas de 64,38 milímetros para 200 anos período de retorno, e 70,54 milímetros para 500 anos.

Para a concepção do sistema de drenagem, que é preciso para calcular a intensidade de precipitação de muita curta duração (menos de 1 hora), a partir da precipitação máxima de 24 horas, uma vez que causam o escoamento máximo a ser mais intenso e mais facilmente ultrapassar taxa de infiltração do solo.

Quando as características de escoamento e drenagem tipo requerem a estimativa da intensidade de menos de 10 minutos de precipitação, os critérios adotados pela duração de 10 minutos, o que, como indicado pela CISMID (1984), este critério é aplicado na proteção de taludes de estradas de Japão. Para calcular a precipitação máxima associada com a duração de 10 minutos, a fórmula de Dick e Pescke foi aplicada:

$$P_D = P_{24hr} \left(\frac{D}{1440} \right)^{1/4} \quad (2)$$

Onde:

P_D : Precipitação total em mm para a

Duração: D

P_{24hr} : Precipitação máxima em 24 horas

D : Duração (minutos)

A intensidade é determinada dividindo o P_D precipitação entre a duração D, expressa em mm / h.

Áreas coletoras de drenagem da cabeça da pilha de estéril e do seu próprio talude, produzido em tempo de concentração de precipitações muito curto, o que representa valores muito altos de intensidade, este critério será aplicado no nosso caso ser reduzida através da recolha de áreas.

Assim, para um período de retorno de 200 anos teria uma PD de 18,58 milímetros, com uma duração de 10 minutos e uma intensidade de 111,52 mm/hora.

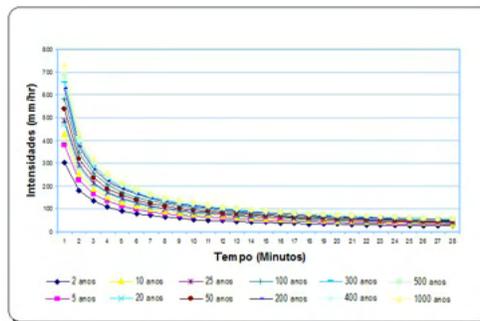


Figura 3. Intensidade versus Tempo.

Tabela 3: Método de Dick y Peschke para Precipitação em Diferentes Períodos de retorno.

T (min)	D (horas)	R=2	R=20	R=100	R=200
1,00	0,02	304,82	475,05	581,62	627,11
2,00	0,03	181,25	282,47	345,84	372,88
3,00	0,05	133,72	208,4	255,15	275,11
4,00	0,07	107,77	167,96	205,64	221,72
5,00	0,08	91,16	142,07	173,95	187,55
6,00	0,1	79,51	123,92	151,72	163,58
7,00	0,12	70,83	110,39	135,15	145,72
8,00	0,13	64,08	99,87	122,27	131,83
9,00	0,15	58,66	91,42	111,93	120,69
10,00	0,17	54,2	84,48	103,43	111,52

11,00	0,18	50,47	78,65	96,29	103,82
12,00	0,2	47,28	73,68	90,21	97,26
13,00	0,22	44,52	69,39	84,95	91,6
14,00	0,23	42,12	65,64	80,36	86,65
15,00	0,25	39,99	62,33	76,31	82,28
16,00	0,27	38,1	59,38	72,70	78,39
17,00	0,28	36,41	56,74	69,47	74,9
18,00	0,3	34,88	54,36	66,56	71,76
19,00	0,32	33,49	52,2	63,91	68,91
20,00	0,33	32,23	50,23	61,5	66,31

2.2 Projeto de Canais para Sistema de Drenagem

Um canal tem de ser capaz de canalizar a água descarregada em ele, causadas do máximo escoamento que pode acontecer na área de contribuir para um dado tempo, o escoamento crítica. Por isso se determinaram diferentes áreas de impluvio na mina.

2.2.1 Áreas Naturais impluvio e Drenagem de Água

A área de impluvio é a superfície de captação de água da chuva que contribui diretamente para o trabalho em questão. Isto é, a superfície é fornecer a água para ser evacuada pela construção dos canais. Para determinar o traço dos canais, se fez uma simulação no ArcHidro tools do ArcGIS 9.2 para determinar o fluxo natural da água da chuva, uma vez identificado o fluxo natural da água passou a determinar as áreas de impluvio nos traços dos canais.

Para estimar as vazões do estudo, deve ser realizada uma limitação das áreas de influência ou impluvio respectivas, ambos os canais de coroação como para os canais básicos. No mapa de áreas se mostram as áreas utilizadas para estimar a vazão do projeto dos canais.

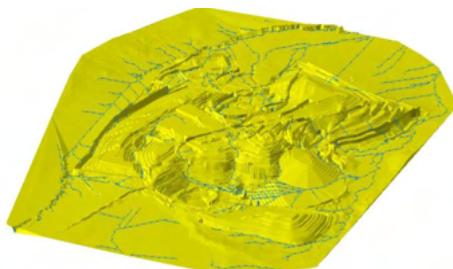


Figura 4. Modelado Digital do Terreno e Drenagem Natural do Escoamento

2.2.2 Tempo de Concentração

O tempo de concentração é um dos principais parâmetros da bacia que representam

o tempo de resposta de um sistema de escoamento de precipitação. A precisão da estimativa do volume máximo de descarga ou hidrograma é sensível à precisão do tempo de concentração.

O tempo de concentração mede o tempo que leva para que toda a bacia contribua para o escoamento. Existem modelos comumente empíricos para estimar o tempo de concentração tendo em conta fatores como a área e inclinação. Para sua determinação se formulou pelo método de Kirpich.

$$T_c = 0,06628 \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} \quad (3)$$

T_c = Tempo de concentração em horas

L = Comprimento da pista principal no km S = Inclinação entre altitudes máxima e mínima do canal em m/m.

Traço	Long. (Km)	Inclin.	Concentra. (min.)
A-B (0+000-0+640)	1.10	0.02420	17.901
A-B (0+640-0+940)	1.30	0.01405	25.102
A-B (0+940-1+570)	0.63	0.03576	10.028
A-B (1+570-2+200)	0.73	0.10282	7.479
C-D (0+000-0+440)	0.44	0.04957	6.708
C-D (0+440-1+220)	0.78	0.03063	12.547
C-D (1+220-1+744)	0.52	0.03948	8.376
F-E (0+000-0+360)	0.36	0.00636	12.670
F-E (0+360-1+160)	0.80	0.00188	37.502
F-E (1+160-1+578)	0.42	0.02751	8.088

Tabela 4: Dados dos Canais.

Conhecido o tempo de concentração (T_c) para o canal do projeto, deve-se obter o valor de intensidade crítica (I) para o cálculo da vazão do projeto, com um tempo t igual ao tempo de concentração T_c.

2.2.3 Vazão do Projeto

Conceitualmente, para pequenas bacias de áreas menores do que 250 km² é aplicável a fórmula racional, tendo em conta a intensidade produzida por precipitação extrema correspondente a um período de retorno de 200 anos. O escoamento deve evacuar o canal de desvio dependerá de:

- A intensidade máxima de chuvas que podem ocorrer em um período e tempo determinado.

- Características das vertentes (declividade, cobertura do solo, solo, etc.).
- Extensão do talude (área de impluvio).

2.2.4 Coeficiente de Escoamento

Segundo Monsalve (1999), o coeficiente de escoamento é definido como a razão entre o volume total de escoamento e a quantidade total de precipitação, num intervalo de tempo determinado. No entanto, Chow (1994) demonstrou que o coeficiente de escoamento superficial (C) é a variável menos precisa para o cálculo da vazão de projeto.

O presente estudo foi tomado como o valor do coeficiente de escoamento de $n = 0,60$ que corresponde a grana impermeável com uma inclinação média de 50%, onde cada componente apresentar sua cobertura final.

2.2.5 Vazão de Projeto por Componente

O cálculo hidrológico para determinar o escoamento superficial na mina, para estabelecer o dimensionamento das obras lineares e não-lineares foram realizadas para um período de retorno de 200 anos, assumindo um risco de falha de 10% e um tempo de vida sistema de drenagem 50. Na Tabela 5 se mostra os valores obtidos a partir da fórmula racional é mostrada abaixo:

$$Q = \frac{A \cdot C \cdot I}{360} \quad (4)$$

Onde:

Q = vazão em m^3/s

A = área de captação em Há

I = intensidade do design em mm/h

Traço	Coef. de Escoamento	Intensidade máxima do	Q proj
		(mm/hr)	(m^3/s)
A-B (0+000-0+640)	0.60	62.81	0.74
A-B (0+640-0+940)	0.60	55.92	0.31
A-B (0+940-1+570)	0.60	111283	1.39
A-B (1+570-2+200)	0.60	138.65	3.13
C-D (0+000-0+440)	0.60	150.45	0.93
C-D (0+440-1+220)	0.60	94.07	1.00
C-D (1+220-1+744)	0.60	127.37	1.53
F-E (0+000-0+360)	0.60	93.38	0.28
F-E (0+360-1+160)	0.60	41.38	0.31
F-E (1+160-	0.60	130.75	1.54

Tabela 5: Lista de componentes e de taxa de cálculos de escoamento mostrados.

Uma área de revestimentos de argila e material de cobertura orgânico.

Para o curso do canal ou do sistema de canais foi preciso recolher as seguintes informações básicas: mapas topográficos, levantamentos geológicos, tipos de solo. Depois de obter os dados necessários, procedeu-se a trabalhar em dar uma linha gabinete preliminar, que foi reconsiderada no campo onde os ajustes necessários são feitos, finalmente, obter o traço final. Outro ponto de consideração foi a rugosidade, isto depende do canal e declive, dado as paredes laterais da mesma, irregularidade e traçado do canal.

No caso dos canais com revestimento de concreto dentro da Pilha de estéril o tempo de concentração do escoamento teria variado entre 8 min. a 12 min. como máximos nos canais nas crestas de despejo também base canal desta componente tem um tempo máximo de concentração de 25 min. Para estimar as vazões do projeto trabalhou-se com um período de retorno de 200 anos e com uma intensidade de concentração de acordo com os tempos encontrados por seções de canal.

Trecho	Radio	Tirante Normal	Área Hidráu.	Veloc.
	Hidráu.	(m)	(m ²)	(m/s)
A-B (0+000-0+640)	0.24	0.46	0.44	1.64
A-B (0+640-0+940)	0.17	0.28	0.22	1.38
A-B (0+940-1+570)	0.31	0.63	0.71	1.93
A-B (1+570-2+200)	0.43	0.96	1.40	2.22
C-D (0+000-0+440)	0.26	0.52	0.53	1.74
C-D (0+440-1+220)	0.27	0.54	0.56	1.77
C-D (1+220-1+744)	0.30	0.86	0.75	2.03
F-E (0+000-0+360)	0.15	0.44	0.19	1.44
F-E (0+360-1+160)	0.16	0.45	0.20	1.48
F-E (1+160-	0.30	0.86	0.75	2.03

Tabela 6: Lista de dados hídricos para construção dos canais.

2.2.6 Especificações Técnicas do Projeto do Canal

É importante para a determinação da inclinação do canal, que elas sejam adequadas para cada tipo de solo, de modo que o canal não se desintegrar (Zinf. - Zsup). Para o presente estudo, uma inclinação de $Z = 1$ por apresentar. Mas de acordo com essas especificações de fazer um canal de concreto dessas dimensões em uma cresta tem se optado pelo uso de geotêxtil com as propriedades mecânicas de resistência ao rasgado de 289 N, resistência ao punzonado CBR 1736 N, propriedades hidráulicas com taxa de fluxo 6722 l/min/m², propriedades físicas como espessura de 1.0 mm e peso de 163 g/m² dede acordo com a ASTM.

3 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

De acordo com essas especificações de fazer um canal de concreto dessas dimensões em uma cresta tem se optado pelo uso de geotêxtil com as propriedades mecânicas de resistência ao rasgado de 289 N, resistência ao punzonado CBR 1736 N, propriedades hidráulicas com taxa de fluxo 6722 $1/\text{min}/\text{m}^2$, propriedades físicas como espessura de 1.0 mm e peso de 163 g/m^2 de acordo com a ASTM, possui propriedades hidráulicas, físicas e mecânicas que garantem o melhor desempenho e durabilidade quando o produto é utilizado para drenagem, como é apresentado nas Figuras 5 e 6.



Figura 5. Vista de um canal instalado em talude com geotêxtil.



Figura 6. Vista de um canal em talude com geotêxtil em funcionamento durante o período de chuvas e presença de neve.

4 | CONCLUSÕES

A opção por geotêxtil foi adotada ao invés dos canais de concreto, devido às melhores opções que oferece, tais como:

- Uma proteção e reforço mais técnico e amigável, que consiste na prevenção ou mitigação de danos locais do canal na melhoria das propriedades mecânicas do solo.
- A filtração, isto é, uma boa retenção do solo ou de outras partículas sujeitas a forças hidrodinâmicas permitindo a passagem de líquidos através do geotêxtil.
- A drenagem, a qual envolve a recolha e o transporte das águas pluviais.
- Por razões ambientais (estética visual e degradação natural em longo prazo, com a criação de um canal semelhante a um natural minimizando custos com manutenção).



Figura 7. Vista da Pilha de Estéril em processo de restauração, com canais com uso de geotêxtil.

Sua relativa rapidez para a montagem do geotêxtil nos canais de talude, o converte em uma alternativa atrativa, especificamente quando acontecer imprevistos.

REFERÊNCIAS

ASTM: American Society for Testing and Materials. D4595–11: *Standard Test Method for Tensile Properties of Geotextiles by the Wide-Width Strip Method*. West Conshohocken, PA, 2011, 13 p.

Chow, V. T.; Maidment, D. R. e Mays, L.W. (1994) *Hidrología Aplicada*. McGraw-Hill Interamericana. Santa Fe de Bogotá. 584 p.

Monsalve Sáenz, G. (1999) *Hidrología en la Ingeniería*. 2nd ed., Alfaomega, Colombia, 358 p.

CISMID: Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres. *Manual de protección de taludes* por Asociación de Carreteras del Japón. Universidad Nacional de Ingeniería, Peru, 1984, 317 p.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Automação 2, 6, 43, 233, 241, 242

B

Barra de leds 3, 42, 43, 44, 51, 52, 55, 58

Borracha natural vulcanizada 60, 61, 70

Braço robótico 6, 203, 204, 207, 209, 210, 211

C

Capacidade de suporte 112, 113, 118

Cerrado 125, 128, 136

Circuito integrado 42, 45

Classificação geomecânica 14, 19, 27, 28

Coagulantes 180, 181, 186, 187

Coarctação da aorta 141, 142, 143, 144, 145, 148, 153

Compostos de borracha 60

Construccionismo 155, 157

Controle adaptativo 3, 30, 31

Crecimiento en pinos, biomasa 90

Cromatografia 2, 125, 130, 131

Curtume 180, 181, 183

D

Degradação 18, 61, 179, 180, 184

Densidade de ligações 3, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69

Drenagem 5, 102, 104, 105, 107, 110, 168, 172, 173, 174, 176, 178, 179

E

Educación en ingeniería 155

Elementos terras 5, 137, 140, 212, 213

Escavações subterrâneas 14, 15

Estabilidade 15, 18, 60, 61, 69, 134, 168

Estilos de aprendizaje 2, 155, 156, 157, 158, 160, 162, 166, 167

Extração líquido 5, 137, 138, 140, 213

G

Geotêxtil 5, 168, 177, 178, 179

Guanandi 125, 135, 136

H

Hidráulica 6, 16, 102, 103, 112, 130, 233, 235, 240, 241

Hidrología 179

I

Identificação de sistemas 2, 30

Impressão 3D 2, 141, 142

Incremento corriente anual 90, 92, 97

Incremento medio anual 90, 92, 97

Investigações de campo 15

L

Laboratório 14, 15, 22, 130, 187, 233, 234, 235, 236

Laboratório virtual 233

Landi 125

M

Maciço fraturado 14

Manejo forestal 1, 8, 10, 11, 100

Martelo vibratório 4, 112, 116

Melhoramento de solo 2, 4, 112

Métodos numéricos 2, 14, 24, 155, 156, 161, 163, 165, 166

México 4, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 90, 91, 98, 99, 100, 101, 155

Microcontrolador 3, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 53, 57, 58, 204, 206, 207

Microestrutura 60, 61, 67

Modelagem computacional 14

Mooney-rilvin 60, 62

P

Pilhas de estéril 168

Plantaciones forestales 3, 90, 91, 100

Pneumática 6, 233, 235, 236, 240, 241

Propriedades macroscópicas 60

R

Reconhecimento de padrões 2, 6, 203, 204

Recursos forestales 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 12

Rede neural artificial 203, 204, 206, 207

Robótica 30, 210

S

Sinal eletromiográfico 203, 204, 206

Standard penetration test 112, 113

Stents bioabsorvíveis 142, 147, 151, 154

T

Tomografia computadorizada 141, 142, 148, 153

Transdutor de temperatura 42, 43, 46

Túnel rodoviário 14

W

Webquest 5, 155, 163, 167



Gears of the future

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Gears of the future

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 