

GEOLOGIA: BASE CONCEITUAL E SUAS APLICAÇÕES NA ENGENHARIA CIVIL

EDUARDO CABRAL DA SILVA
LUCIANA DE OMENA GUSMÃO
WENDELL JOSÉ SOARES DOS SANTOS
CLÁUDIO JOSÉ FREITAS VASCONCELOS
CLÉBER GOMES DE ALBUQUERQUE



DIREÇÃO EDITORIAL: Betijane Soares de Barros
REVISÃO ORTOGRÁFICA: Próprios autores
DIAGRAMAÇÃO E DESIGNER DE CAPA: Luciana de Omena Gusmão
IMAGENS DE CAPA: canva.com

O padrão ortográfico, o sistema de citações e referências bibliográficas são prerrogativas do autor. Da mesma forma, o conteúdo da obra é de inteira e exclusiva responsabilidade de seu autor.



Todos os livros publicados pela Editora Hawking estão sob os direitos da Creative Commons 4.0
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt_BR

2022 Editora HAWKING
Avenida Fernandes Lima, 2437, Farol. Maceió/AL.
www.editorahawking.com.br
editorahawking@gmail.com

Catálogo na publicação

Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

G345

Geologia: base conceitual e suas aplicações na engenharia civil / Eduardo Cabral Da Silva, Luciana de Omena Gusmão, Wendell José Soares dos Santos, et al. – Maceió: Hawking, 2021.

Outros autores

Cláudio José Freitas Vasconcelos

Cléber Gomes de Albuquerque

Livro em PDF

45 p.

ISBN 978-65-88220-32-0

1. Geologia. 2. Engenharia civil. 3. Meio ambiente. 4. Construção.
I. Silva, Eduardo Cabral da. II. Gusmão, Luciana de Omena. III. Santos, Wendell José Soares dos. IV. Título.

CDD 551

Índice para catálogo sistemático

I. Geologia

Eduardo Cabral Da Silva
Luciana de Omena Gusmão
Wendell José Soares dos Santos
Cláudio José Freitas Vasconcelos
Cléber Gomes de Albuquerque

GEOLOGIA: BASE CONCEITUAL E SUAS APLICAÇÕES NA ENGENHARIA CIVIL

Maceió-AL
2022



Direção Editorial

Dra. Betijane Soares de Barros, Instituto Multidisciplinar de Maceió – IMAS (Brasil)

Conselho Editorial

Dra. Adriana de Lima Mendonça/Universidade Federal de Alagoas – UFAL (Brasil), Universidade Tiradentes - UNIT (Brasil)

Dra. Ana Marlusia Alves Bomfim/ Universidade Federal de Alagoas – UFAL (Brasil)

Dra. Ana Paula Morais Carvalho Macedo /Universidade do Minho (Portugal)

Dra. Andrea Marques Vanderlei Fregadolli/Universidade Federal de Alagoas – UFAL (Brasil)

Dr. Fábio Luiz Fregadolli//Universidade Federal de Alagoas – UFAL (Brasil)

Dra. Maria de Lourdes Fonseca Vieira/Universidade Federal de Alagoas – UFAL (Brasil)

Dra. Jamyle Nunes de Souza Ferro/Universidade Federal de Alagoas – UFAL (Brasil)

Dra. Laís da Costa Agra/Universidade Federal do Rio de Janeiro- UFRJ (Brasil)

Dra. Lucy Vieira da Silva Lima/Universidade Federal de Alagoas – UFAL (Brasil)

Dr. Rafael Vital dos Santos/Universidade Federal de Alagoas – UFAL (Brasil), Universidade Tiradentes - UNIT (Brasil)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	6
IMPACTOS NO MEIO AMBIENTE, SOCIEDADE E ECONOMIA	8
CROSTA TERRESTRE E TECTÔNICA DAS PLACAS	12
MINERAIS: CONCEITOS E FORMAÇÃO DAS ROCHAS	14
ROCHAS: TIPOS E PRINCIPAIS PROPRIEDADES	16
USO DAS ROCHAS COMO INSUMO DE CONSTRUÇÃO CIVIL.....	18
DEFORMAÇÕES DAS ROCHAS: DOBRAS, FALHAS E FRATURAS	20
MÉTODOS DE INVESTIGAÇÃO DO SOLO	22
IMPORTÂNCIA DOS MAPAS GEOLÓGICOS PARA ENGENHARIA CIVIL.....	24
SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO A GEOLOGIA	26
ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	29
GERENCIAMENTO DE OBRAS PARA ESCAVAÇÃO DE TÚNEIS	31
ESCAVAÇÃO DE TÚNEIS EM ÁREAS URBANAS	34
DEPÓSITOS MINERAIS E AGREGADOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	36
GEOLOGIA: ENGENHARIA DE BARRAGENS	38
REFERÊNCIAS	40

INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem sua gênese na sala de aula, durante a disciplina de Geologia Aplicada a Engenharia Civil. A divisão dos resumos foi pensada no desenvolvimento de temas que embasassem o conhecimento dos engenheiros e, que também, reunissem informações relevantes sobre a interatividade das duas áreas.

Os conhecimentos sobre Geologia são imprescindíveis para o curso de Engenharia Civil, haja vista que, muitos dos recursos minerais, intervenções em superfícies e subterrâneas são exemplos práticos das interações entre as áreas e, portanto, exige saberes que são comuns.

Sendo a geologia a ciência que busca conhecer a história e evolução física do planeta, englobando a compreensão dos materiais geológicos, suas constituições e comportamento, está presente em todas as áreas da Engenharia Civil. As diversas atividades do engenheiro são impactadas por características estáticas do planeta como seu relevo e composição, e por atributos dinâmicos como ventos e abalos sísmicos.

O conhecimento da formação dos minerais é fundamental para entender as suas propriedades, estas influenciam diretamente na escolha dos tipos de solos ou rochas a serem empregados como material de construção civil. Aplicações desses minerais podem ser vistas, no agregado para fabricação de concreto que é um dos materiais mais significativos de obras de construção, na construção de grandes barragens como material do maciço, como também

em estações de tratamento de água na composição dos filtros de areia.

Para subsidiar a obtenção das informações necessárias para o desenvolvimento das diversas áreas aplicadas à Engenharia Civil, é fundamental o estreitamento da Geologia com a Mecânica dos Solos e Geotecnia. Essas áreas e suas interdisciplinaridades auxiliam do desenvolvimento de soluções de problemas de engenharia impactando nas atividades do homem.

É fundamental o conhecimento geológico-geotécnico para obras que repousam diretamente no solo. As técnicas de investigações de subsolo tornam possível o entendimento do comportamento do solo e suas propriedades, associadas à resistência e capacidade de carga de fundações de edificações, barragens e pavimentações.

Tendo aplicações também na hidrogeologia, na qual estudos têm sido desenvolvidos, objetivando o conhecimento da ocorrência de água no subsolo. Sendo os mananciais subterrâneos fontes importantes para o desenvolvimento das atividades cotidianas do homem e da engenharia.

Este livro traz, portanto, uma abordagem muito útil para engenheiros, e profissionais que atuam no âmbito da Geologia voltada às diversas práticas e pesquisas na Engenharia Civil.



IMPACTOS NO MEIO AMBIENTE, SOCIEDADE E ECONOMIA

Cléber Gomes de Albuquerque¹

Eduardo Cabral da Silva²

Luciana de Omena Gusmão³

Wendell José Soares dos Santos⁴

Cláudio José Freitas Vasconcelos⁵

O meio ambiente pode ser compreendido como o espaço que rodeia os seres vivos que compõem um ecossistema. Esta definição, bem generalista, abraça o conceito de meio ambiente do qual a esfera jurídica trata: o meio natural, artificial, do trabalho e patrimônio genético. Todos esses tipos de meio ambiente se unem num único conceito, integrante da constituição federal do Brasil de 1988: determina que o meio ambiente deve ser ecologicamente equilibrado - sendo tanto um direito quanto um dever de todos mantê-lo desta forma – para que esteja disponível para as presentes e futuras gerações.

Conciliar o conceito de meio ambiente com o desenvolvimento econômico e social é um desafio, seja qual for o tipo de meio ambiente: para que exista

¹ cleber.goalb@professores.unifavip.edu.br

² eduardo.csilva@professores.unifavip.edu.br

³ luciana.gusmao.lu@gmail.com

⁴ wendell.santos@professores.unifavip.edu.br

⁵ claudio.vasconcelos@unifavip.edu.br

desenvolvimento, se faz necessária a alteração de um ambiente. Com a mudança deste meio, há inevitável alteração do equilíbrio ecológico – que trará consequências diretas e indiretas em curto, médio e/ou longo prazo. Desta abordagem, alcança-se o conceito de impactos ambientais: quaisquer alterações de ordem física, química e biológica no meio ambiente resultantes de atividades antrópicas que alterem permanentemente a capacidade resiliente da natureza em si, assim como afetem a saúde, segurança, bem estar, atividades sociais e econômicas de uma sociedade. A ética ambiental, que amplia o próprio conceito da ética, expande a forma de agir do homem em seu meio social, considerando também sua maneira de se relacionar com a natureza. Contribuí para um cenário onde há falta de ética ambiental, um modo de pensamento cornucopian – onde se acredita que os recursos naturais não acabarão ou não haverá escassez dos mesmos – além do antropocentrismo, que põe o interesse dos seres humanos acima de qualquer outra espécie e qualquer tipo de meio ambiente. Este comportamento, evidentemente falho, justifica a realidade em que a sociedade e a natureza se encontram atualmente. A visão de desenvolvimento econômico – em primeiro plano desde os primeiros registros na história da humanidade - acarretam em grande dos problemas ambientais que se tem registro. A agricultura e pecuária trouxe o fim do nomadismo de grupos humanos. Que levou a criação de vilas, que culminou com a criação de cidades, estradas, depois de comércio, fábricas, meios de transporte etc. que se pode considerar como um impacto positivo desta mudança, desta evolução. Por outro lado, a alteração do meio ambiente para que essa progressão fosse possível – desmatamento, geração de resíduos de lenta absorção pela natureza, alteração de populações e espécies a um nível de extinção – figuram como alguns exemplos de impactos negativos. Todo impacto

ambiental pode ser tanto positivo quanto negativo, a depender de qual referencial se analisa. Seja em maior ou menor grau, esta dualidade sempre irá existir. Este conflito de interesse leva a um questionamento: Será possível o desenvolvimento econômico, social e ainda assim preservação ambiental? o implícito cerne da questão: Há sustentabilidade na relação econômica-social-ambiental? A resposta é que, apesar do que se vivencia atualmente, pode sim existir sustentabilidade entre estas partes. O planeta tem cobrado constantemente – afetando todos os seres vivos – sobre as ações antrópicas ao longo dos anos, sem se levar em consideração o todo e sem levar em conta o futuro da vida na terra. Dentre os vários desdobramentos que as modificações e impactos ambientais (em nome do crescimento econômico e social) pode-se citar: poluição do ar e mudanças climáticas, desmatamento florestal, superpopulação, extinção de espécies e degradação do solo. Estes desdobramentos são chamados de desastres ambientais. Em nível mundial, cita-se como casos históricos de desastre as bombas de Hiroshima e Nagasaki, O envenenamento das águas de Minamata, o “pesadelo nuclear” de Three Mile Island, o vazamento de gás tóxico em Bhopal, explosão de Chernobyl, derramamento de óleo do navio Exxon Valdez, entre tantas outras. Já em nível nacional, pode-se citar o caso do céσιο 137 na cidade de Goiânia, o vazamento de óleo na Baía de Guanabara, o vazamento de óleo na costa do nordeste, vazamentos da barragem de Cataguases e o rompimento das barragens de Mirai, de Mariana (entre os desdobramentos, 500 mil pessoas tiveram o abastecimento de água comprometido) e a de Brumadinho. Deste último exemplo, foi considerado o segundo maior desastre industrial do século. O Caso de Brumadinho – como a grande maioria destes desastres - evidenciam como se trata o meio ambiente e os seres vivos: em último caso. Os interesses econômicos acima dos

interesses sociais e ambientais nunca poderão conferir sustentabilidade. Este antropocentrismo (para poucos) inviabiliza que as gerações futuras possam usufruir ou mesmo sobreviver à aceleração da sucessão ecológica em nível global – que pode se reorganizar sem a presença dos seres humanos. Há ainda, porém, uma oportunidade: não deixar ninguém para trás. Esta é a agenda transformadora da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Representa o compromisso inequívoco de todos os Estados Membros da ONU para erradicar a pobreza em todas as suas formas, acabar com a discriminação e a exclusão e reduzir as desigualdades e vulnerabilidades que deixam as pessoas para trás e minam o potencial dos indivíduos e da humanidade como um todo. Isto só será possível cobrando de governantes adoção de medidas que visem atender os anseios tanto da sociedade quanto do meio ambiente em detrimento do estrito desenvolvimento econômico a todo custo.



CROSTA TERRESTRE E TECTÔNICA DAS PLACAS

Ana Beatriz Costa Batista Cavalcanti¹
Monially Barbosa Silva²
Roseane de França Jesus³
Tárcito Luiz Oliveira Saraiva dos Santos⁴
Victor Manoel Cordeiro Duarte⁵

A crosta terrestre é a camada mais externa e mais fina da Terra, em relação a suas composições, sendo dividida em duas camadas, a superior composta por basalto e a inferior composta por granito. A crosta terrestre não se apresenta de maneira contínua, ela é segmentada em várias partes, esses segmentos são em razão das placas tectônicas o que se encontra em constante movimentação em função da pressão interna exercida pela movimentação do magma. Por essa movimentação das placas, é possível ver as formações e transformações do relevo ao longo do tempo. A teoria de tectônica de placas vem garantir esse estudo que se inicia nas deformações estruturais geológicas, tendo como objetivo a compreensão da história e dinâmica da crosta terrestre, sendo baseada na observação da camada sólida que está dividida em aproximadamente 20 placas semirrígidas, sendo das fronteiras as zonas com atividades tectônicas que ocorre

¹ anabeatrizmota22@hotmail.com

² monially09@gmail.com

³ rosanyfranca_arquiteta@hotmail.com

⁴ tarcitoluiz@icloud.com

⁵ victormanoelcordeiroduarte@gmail.com

mais sismos e erupções vulcânicas. De acordo com esta teoria a litosfera se movimenta sobre a astenosfera, sendo a litosfera dividida por placas denominadas placas tectônicas estas deslizam por causa das correntes de convecção no interior da terra com o calor que vem do núcleo que esquentando o manto e faz as partes mais quentes subir, essas partes esfriam e voltam a descer. São essas correntes que movimentam lentamente as placas que formam a crosta do planeta. Para a realização desse resumo foram usados sites do ramo da geologia especializados no assunto como fonte de estudos que ajudaram na compreensão do tema e na elaboração dessa atividade. O resultado foi gerado através de rompimentos, ou seja, os oceanos também sofreram divisão obedecendo as transformações causadas pelas massas dos novos continentes. Posteriormente deu-se lugar a teoria da tectônica das placas. Cujas, através dela foi permitido explicar como ocorreu este determinado processo. E, com isso, criou-se outra teoria que a crosta terrestre está dividida em placas, que interagem umas com as outras, gerando os mais inúmeros e variados fenômenos. Logo, conclui-se que o nosso planeta é coberto por uma camada formada por terra e rochas chamada de crosta terrestre sendo irregular e composta por placas tectônicas que se movem devido as altas temperaturas no interior da terra. Esses movimentos ocasionam em terremotos, tsunamis, atividades vulcânicas e com possibilidade de formação de montanhas, fossas oceânicas e cordilheiras meso-oceânicas.

Descritores: Crosta terrestre. Placas tectônicas. Formação relevo.



MINERAIS: CONCEITOS E FORMAÇÃO DAS ROCHAS

Carina Messias Dantas da Silva¹

Luiz Felipe Liberato da Silva²

Maria Clara de Araújo Arandas³

Maria Paula Caraciolo⁴

Thaynara Mariany Pereira Bezerra⁵

Os minerais são substâncias encontradas na natureza, formadas por componentes químicos balanceados, e produzidos por processos inorgânicos durante milhões de anos: como o calor, a pressão, e entre outros. Todos os minerais são sólidos, alguns exemplos são: feldspato, mica e quartzo. Assim, as rochas são formadas pela combinação de dois ou mais minerais e podem ser divididas em três categorias, de acordo com seus métodos de formação: magma, sedimentação e metamorfismo. A maioria das rochas existe na litosfera, que é uma camada sólida da Terra que fornece abrigo para os seres humanos. Devido aos recursos naturais e minerais nela contidos, as pessoas realizam extensas explorações na mesma. O presente trabalho tem como finalidade apresentar de forma conceitual as rochas e expor suas formações mediante análises, pontuar

¹ carinamessiasdanta@gmail.com

² liberatojupi157@gmail.com

³ clara_arandas@hotmail.com

⁴ paula_macielcaraciolo@hotmail.com

⁵ thaynaramariany@gmail.com

a classificação das rochas e se apresenta um ou mais minerais. Para obter os resultados e respostas acerca da problematização apresentada neste trabalho foi feito um estudo profundo, partindo de uma revisão bibliográfica, com o intuito de analisar as formações das rochas e suas possíveis variações. Ao término deste resumo, obteve-se bastante conhecimento. E para um estudo quantitativo mais aprofundado, e também para sua chegar a sua conclusão, o tema foi relatado com o maior número de detalhes possíveis. Vale ressaltar que o assunto do presente trabalho, desde o ramo das Ciências da Terra: que estuda os minerais até a formação dos cristais através dos processos, suas propriedades químicas, e finalmente a formação das rochas, foram estudados e analisados. Por fim, o mesmo destaca a infinidade de tipos de rochas, sejam elas magmáticas, sedimentares ou metamórficas, a dependerem da espécie de mineral específico e as condições em que se formaram.

Descritores: Minerais. Rochas. Recursos Naturais.



ROCHAS: TIPOS E PRINCIPAIS PROPRIEDADES

Carlos Daniel Pereira Lopes¹

Igor Fernando da Silva²

Jesly Samara Rodrigues da Silva³

Marcelo Alves Pedro Lucas Alves⁴

As rochas nada mais são do que um agrupamento natural de minerais que são encontradas no decorrer de toda a superfície terrestre. Classificam-se em três grandes grupos: rochas magmáticas, sedimentares e metamórficas. As rochas magmáticas são formadas pela cristalização do magma e são ricas em minerais metálicos e não metálicos, podendo ser utilizadas na pavimentação, fabricação de concreto, mármore e materiais de revestimento. As rochas sedimentares constituem-se de partículas e matéria orgânica compactadas por muitos anos, sendo capazes de guardar segredos sobre a origem e evolução da vida na Terra. Já as rochas metamórficas são formadas a partir da transformação de outras rochas já existentes denominadas, pela Geologia, de protólitos. Esse tipo de rocha têm muita importância econômica em virtude de sua ampla utilização na construção civil e na fabricação de objetos ornamentais. Identificar a formação, constituição e aplicação das rochas e suas subdivisões. Realizou-se pesquisas na literatura por meio de artigos científicos e sites de natureza informativa, em língua

¹ carloslopes.cd2@gmail.com

² igorfernando201412@gmail.com

³ eslyrodrigues20@gmail.com

⁴ useremp0080@gmail.com

portuguesa. Verificou-se que a maioria dos tipos rochosos possui uma grande aplicabilidade em diversas áreas, como por exemplo os granitos e os mármore (rochas magmática e metamórfica, respectivamente) que são bem empregados na área de construção civil. Somado a isso, com o estudo das rochas do tipo sedimentar, é possível entender como se davam os fenômenos naturais terrestres a muito tempo atrás, a localização de oceanos e continentes além da observação dos seres vivos fossilizados no interior desses penedos. Logo, dado o exposto, nota-se a importância de conhecer e saber analisar a diversidade das rochas, para que haja uma melhor compreensão da estrutura geológica de um determinado local, para saber qual delas usar numa determinada construção, e buscar entender aspectos da vivência na Terra por meio dos registros históricos impressos nessas rochas.

Descritores: Rochas. Tipos. Construção Civil.



USO DAS ROCHAS COMO INSUMO DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Nayara Tainá Santos de Melo ¹
Hénia Mirtis Gomes Silva²
Elisa Ianca de Macêdo Melo³
Guilherme lemos cavalcante ⁴
Kleiton Júnior de Lima⁵

Com grande participação da construção civil no desenvolvimento econômico e social trazendo impactos positivos em relação ao déficit habitacional, geração de emprego e renda. Com o crescimento da indústria da construção civil traz também o crescimento de a utilização dos recursos naturais como matéria prima, fazendo assim a utilização de fontes esgotáveis e insubstituíveis ao meio ambiente. Do mesmo modo que o avanço na construção civil traz impactos positivos pode ser visto os impactos negativos onde causam a degradação ambiental através da exploração dos recursos minerais por meio da mineração. O Brasil possui uma grande demanda no mercado rochas ornamentais, onde é utilizada para fins interiores e paisagísticos. Onde a matéria prima utilizada gera resíduos durante a sua transformação de rocha bruta em material acabado e polido por meio do corte de placas, sendo gerado

¹ nayaramelo493@gmail.com.

2. henniamirtes@gmail.com.

3. elisaianca1@gmail.com.

4. guilemos2014@gmail.com.

5. kleiton.junior087@gmail.com.

assim desperdiço em relação a sobra de placas e a formação de pó gerados pelo corte das rochas. O estudo objetiva discorrer sobre a utilização do resíduo de rochas ornamentais para a produção de concretos, visando verificar uma possível aplicabilidade do material como fonte viável e econômica. Buscando contribuir com a possibilidade de redução dos impactos causados pela indústria da construção civil. E através desse estudo, mostrar a importância dessa alternativa para a indústria. Para a confecção desse resumo foi feita uma revisão bibliográfica do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de Thales Machado Nunes, que tem como tema o Estudo de Viabilidade da Utilização de Resíduo de Rochas Ornamentais na Produção de Concreto: uma revisão literária. As rochas como insumo nas construções civis variam muito, exemplo disso é o Basalto que é uma rocha vulcânica e é usada tanto para o piso das calçadas quanto para a fabricação de brita e com isso produzir o concreto para ser usado nas construções. Outro fator importante das rochas sobre essa temática é na fabricação do cimento, que em sua composição leva calcário, argila e areia, e é um dos principais produtos para a construção civil. Após o estudo realizado utilizando o resíduo de rochas ornamentais como mármore e granito, chegou-se à conclusão de que os dois servem para serem misturados ao concreto na construção, sendo que o mármore tem uma trabalhabilidade maior que o granito. A utilização de seus agregados mais graúdos acabou apresentando resultados melhores, mesmo sendo utilizado em pequenas quantidades se torna um ganho enorme para o meio ambiente.

Descritores: Rochas, Construção, Sustentabilidade.



DEFORMAÇÕES DAS ROCHAS: DOBRAS, FALHAS E FRATURAS

Flávio Júnior Bezerra¹

Maria Gabriela de Couto²

Hallana da Silva Gomes³

Manoel Georgiano Santos da Silva⁴

Natan Sousa Félix⁵

A geologia estuda, dentre outras áreas, as rochas e seus elementos estruturais. Particularmente, as rochas sedimentares e magmáticas são suscetíveis à deformação quando são submetidas a condições de pressão e temperatura diferentes das usuais. Segundo FOSSEN (2017), as deformações são consequências do deslocamento, este composto por um campo de vetores de deslocamento - conexão dos vetores de posição das partículas antes e depois da deformidade da rocha. As deformações rochosas são causadas pelas ações de forças de tensão exercidas sobre o material rochoso, conduzindo para modificações de condições de temperatura e pressão (FIUZA et al., 2020). Em grande parte dos casos, as deformações podem alterar, simultaneamente, a forma e o volume das rochas. Tais

¹ flaviojrbezerra@hotmail.com

² gabrielacouto15322@outlook.com

³ llanasilva_@outlok.com

⁴ manoelgeorgiano14@gmail.com

⁵ natan-souza@hotmail.com

deformações decorrem de tipos diferentes de tensão: a tensão distensiva, que causa alongamento da rocha; a tensão compressiva, que reduz o volume das rochas e pode provocar fratura; a tensão de cisalhamento, que deforma a rocha por movimentos paralelos e em sentidos opostos (MATOS, 2018). As fraturas em rochas causam deformações permanentes e são resultado das tensões que transpassam as propriedades de resistência da rocha. Há dois tipos principais de fratura: cisalhamento e por tração (OLIVEIRA, 2019). É importante entender as diferenças entre falha, fratura e dobra e suas características, uma vez que trazem riscos geológicos que podem resultar em perdas econômicas e sociais e necessitam de intervenções distintas.

Descritores: Geomecânica. Geologia Estrutural. Feições Geológicas.



MÉTODOS DE INVESTIGAÇÃO DO SOLO

Pedro Henrique Bezerra Toscano de Brito¹

Luiz Daniel Ferreira de Souza²

João Pedro Pereira Fernandes Baia³

Lucas Mateus Ferreira Varela⁴

Maicon Douglas dos Santos Silva⁵

Há quatro tipos de métodos de investigação do solo difundidos na literatura. Os métodos indiretos são aqueles que partem das determinações das propriedades das camadas do subsolo. Essas camadas são extraídas de forma indireta por meio da medida de resistividade elétrica ou da velocidade de propagação de ondas elásticas. O método geométrico, por sua vez, envolve a detecção na superfície do terreno, de efeitos que são produzidos por um fluxo de corrente elétrica em subsuperfície. Uma das propriedades elétricas utilizadas na investigação é a eletroresistividade, que se refere à dificuldades que a corrente elétrica tem para se propagar em qualquer meio. Esta técnica vai possuir várias aplicações, dentre elas, as localizações de canais enterrados, estudos arqueológicos e forenses. Os métodos potenciais referem-se à magnetometria, que é um método que de medição da intensidade do campo magnético terrestre, que

¹ phbezerra10@liveestacio.onmicrosoft.com

² 201951561295@alunos.unifavip.edu.br

³ joaoppfb@liveestacio.onmicrosoft.com

⁴ 201951325583@alunos.unifavip.edu.br

⁵ 201951081048@alunos.unifavip.edu.br

por sua vez, pode sofrer influência das rochas de acordo com a profundidade, causando aumento ou diminuição do campo. A gravimetria é um método voltado para o estudo das pequenas variações locais do campo gravitacional terrestre. Esse método baseia-se na diferença de densidade das rochas para realizar o levantamento gravimétrico por meio de mapas ou de perfis, com o intuito de serem utilizados no mapeamento geológico e em prospecção mineral. Já os métodos diretos, irão permitir a observação direta do subsolo, a identificação, classificação e a resistência das suas diversas camadas. Os métodos diretos fazem a retirada de algumas amostras do solo durante a perfuração ou medição direta de propriedades *in situ*. As escavações são realizadas com a intenção de ter visibilidade nos maciços, em sondagens mecânicas e em ensaios. Com essas sondagens dos materiais durante a linha de perfuração, descrevem-se testemunhos, estruturas geológicas e as características geotécnicas dos materiais, podendo ser feitos por meio de Sondagem SPT conhecida como sondagem à percussão ou sondagem de simples reconhecimento, que trata-se de um processo para exploração e reconhecimento do subsolo que é bastante utilizado na engenharia civil com o intuito de obter recursos para definir o tipo e o dimensionamento das fundações que servirão de base para uma edificação. A escolha do método é uma decisão fundamental para aquisição de resultados otimizados, sendo esta, dependente das características do solo, da disponibilidade técnica, financeir e do objetivo do trabalho.

Descritores: Análise do solo. Métodos investigativos. Engenharia.



IMPORTÂNCIA DOS MAPAS GEOLÓGICOS PARA ENGENHARIA CIVIL

Edson Henrique Barreto de Santana¹

Gabriela Giovanna Xavier Borba²

Jessica Reis da Silva³

Maria Marleth da Silva⁴

Valdemar Francisco da Silva Neto⁵

O mapeamento geológico envolve a realização de estudos com observações geológicas com o parecer que obtenham objetivos em campo. Para elaborar uma produção de um mapa geológico tem que existir dados relativos nas análises de rochas presentes nas áreas. Tem a finalidade ampla geralmente direcionada à pesquisa minerais. Para uma apresentação cartograficamente com informações geológicas – geotécnicas com fins de um bom planejamento e uso do território e também com fins de projetos, construção e manutenção de obras de Engenharia. Um mapa geológico mostra os tipos de rocha e as estruturas que ocorrem em uma região. Cada rocha ou grupo de rochas que se queira destacar (por exemplo, aquelas com mesma composição química) são representadas por uma cor diferente. As estruturas são

¹ 201551318008@alunos.unifavip.edu.br

² 201951122151@alunos.unifavip.edu.br

³ 201551260311@alunos.unifavip.edu.br

⁴ 201951601815@alunos.unifavip.edu.br

⁵ valdemarengcivil@yahoo.com

traçadas no mapa como linhas ou traços. Em geral, indicam processos geológicos como falhas, dobras, fraturas, etc. O mapa geológico também apresenta informações sobre a idade das rochas, através de sua legenda que, de cima para baixo, indica as rochas mais novas até as mais antigas da região mapeada. O estudo de mapas geológicos pode levar a impressão de que se está diante de um produto de interesse apenas científico sem qualquer aplicabilidade no nosso dia a dia, porém sua utilização vai além dessa ilustração. As matérias-primas necessárias para nossa sobrevivência e conforto, como materiais de construção, metais, plásticos, combustíveis fósseis (petróleo, gás, carvão), fertilizantes, muitos produtos químicos para a indústria farmacêutica, louças, tintas, vernizes, etc., são obtidas através dos minerais e rochas produzidos durante a evolução geológica de um terreno

Descritores: Mapeamento. Geologia. Construção civil.



SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO A GEOLOGIA

Antônio Carlos de Araújo Neto¹
Gabriel da Silva Gomes²
João Gabriel da Silva³
Kaique Matos soares⁴
Klebyson Henrique da Silva⁵
Paulo Bruno Silva Santos⁶

Os sensores remotos, sejam eles ópticos, como os das séries LANDSAT e CEBERS, TERRA-ASTER e SENTINEL 2, ou de radar, como o SRTM, ALOS-Palsar, SAR-SIPAM e sentinel 1, funcionam como ferramenta para o mapeamento geológico e a prospecção mineral. Este método agrega tecnologias de sensores imageadores e também não imageadores. Sensores portáteis não imageadores, ou espectrorradiômetros, realizam densa amostragem do espectro eletromagnético (com milhares de bandas espectrais de largura nanométrica), abrangendo os comprimentos de onda do visível (VIS), do infravermelho próximo (NIR), do infravermelho de ondas curtas (SWIR) e do infravermelho

1. netoaraujo_outlook@gmail.com

2. gabrielssilva1314@gmail.com

3. j.gabrielsilva2001@gmail.com

4. kaiquecasalmy@gmail.com

5. kebimhs@gmail.com

6. paulobruno1373@gmail.com

termal (TIR). Esses sensores são críticos para o sucesso das aplicações que envolvem a caracterização espectral *in situ* de materiais geológicos e para a simulação da detecção desses alvos por sensores imageadores multiespectrais de baixa resolução espectral (< dezenas de bandas), de alta resolução espectral (>10 bandas) e sensores imageadores hiperespectrais (dezenas a centenas de bandas). Pesquisar sobre as técnicas de sensoriamento remoto que permitem a coleta e a representação de informações da superfície terrestre de forma que não seja necessário um contato direto. As informações obtidas através dos sensores revelam com precisão dados geográficos da área estudada, com a finalidade de auxiliar a compreensão do espaço geográfico. Os procedimentos tecnológicos utilizados na captação de dados sobre as áreas da superfície terrestre são feitos através das técnicas de sensoriamento remoto. Utilizando sensores óptico-eletrônicos é possível obter imagens que captam e registram a radiação e luz refletida pelo objeto através de infravermelho, os dados obtidos de uma região são analisados e transformados em mapas. O meio mais utilizado para a captação das imagens é o satélite, seu custo-benefício permite que ele seja o mais viável dentre todos os outros. A evolução dos sensores remotos, permitem modelos capazes de localizar com precisão alvos de interesses geológicos, tendo suma importância na área de exploração mineral por ser um excelente filtro de áreas potencialmente exploráveis e possibilitam também o mapeamento de estruturas geológicas e confecção, bem como identificação das formas de relevo na superfície da terra. A partir dos achados dispostos aqui, infere-se que diferentes técnicas podem revelar dados geográficos e até mesmo históricos de espaços naturais, como por exemplo, a distribuição das áreas florestais e o avanço do desmatamento em uma região.

Portanto, torna-se de grande relevância para esta e as futuras gerações no estudo do planeta, como um todo.

Descritores: Mapeamento. Geologia. Construção civil.



ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Marcos França Marinho Monteiro¹

Ana Carla dos Santos²

Adilson mendes da Silva Júnior³

Thiago filho Bezerra Florêncio⁴

Gabriel Alves Coelho Santos⁵

Lucas de Almeida Barreto⁶

As águas subterrâneas podem ser definidas como toda corrente de água que corre abaixo da superfície da Terra, que acaba por preencher poros e espaços vazios das rochas sedimentares, assim como falhas e fraturas de rochas mais compactadas. É de extrema importância para a manutenção da umidade do solo e para o fluxo dos rios, lagos e brejos. É importante destacar que, as águas subterrâneas fazem parte do ciclo hidrológico, já que em sua constituição se tem uma parcela de água precipitada. As águas subterrâneas estão armazenadas nos poros e fissuras das rochas e ocorrem em grandes extensões, gerando grandes volumes e se constituindo, portanto, em importantes reservas de água doce para o abastecimento de águas. Durante o percurso de percolação entre os poros do subsolo e das rochas, as águas

¹ marcosfmmonteiro@liveestacio.onmicrosoft.com

² 201851308067@alunos.unifavip.edu.br

³ adilsonmendesdasilva_junior2011@liveestacio.microsoft.com

⁴ thiaguitocsgo@liveestacio.onmicrosoft.com

⁵ 201851110399@alunos.unifavip.edu.br

⁶ 202051840651@alunos.unifavip.edu.br

passam pelo processo de depuração através de uma série de processos físico-químicos (troca iônica, decaimento radioativo, remoção de sólidos em suspensão, neutralização de pH em meio poroso, entre outros) e bacteriológicos (eliminação de microrganismos devido à ausência de nutrientes e oxigênio que os viabilizem) que agindo sobre a água, modificam as suas características adquiridas anteriormente, tornando-a particularmente mais adequada ao consumo humano. A exploração de água subterrânea está condicionada a fatores quantitativos, qualitativos e econômicos. Os mananciais subterrâneos apesar de estarem mais protegidos quando comparados aos mananciais superficiais, também devem ser explorados com prudência. Os estudos hidrogeológicos e dos fatores intervenientes da capacidade de recarga é fundamental para a exploração sustentável e evitam problemas como contaminação e superexploração dos aquíferos.

Descritores: Reservas subterrâneas. Exploração. Hidrogeologia.



GERENCIAMENTO DE OBRAS PARA ESCAVAÇÃO DE TÚNEIS

Lucas Lindiberg Gomes Jordão ¹
Raynara Alves dos Santos²
Ruan Deyvison Lima Andrade³
Vanessa Lúcia de Lima Silva⁴

O presente resumo versa sobre a relevância e contribuição da Geologia de Engenharia em escavações de túneis, avaliando a influência da cobertura e do meio onde a obra se insere. O objetivo principal é: compreender a função e importância dos túneis. Construções essas, que tem tido um forte crescimento que é justificado por desempenharem a função de permitir uma passagem direta através de certos obstáculos: elevações, rios, canais, áreas densamente povoadas, entre outros. Sendo assim, é de suma importância analisar dentro da área de geologia sua função preponderante sobre essas obras subterrâneas e tendo um olhar mais amplo sobre a sua relevância dentro de diversos aspectos de gerenciamentos de riscos. Para análise dos riscos utiliza-se a dissertação de mestrado de Adoniran Martins Coelho sobre o Código de Prática para o Gerenciamento de Riscos em Obras de Túneis, em razão de tais circunstâncias é notório que obras

¹ lucasbega lindberg@gmail.com

² raynaralves8@hotmail.com

³ zubumafurd@gmail.com

⁴ vanessalimaa125@gmail.com

subterrâneas geram mais ameaças do que obras a céu aberto. Isso se dá aos processos geológicos que podem apresentar alguma característica não prevista inicialmente com os estudos feitos na área, e que só será detectada na construção. Por isso o engenheiro responsável pela obra deverá “prever o imprevisível” garantindo assim que qualquer contratempo ou anomalia geológica seja antecipado, assegurando desse modo todo o sucesso com a construção. Além disso, a dissertação levanta que uma metodologia precisa ser seguida para poder identificar a probabilidade de colapsos em processos de escavações subterrâneas como túneis, em que as diferentes fontes de incerteza são consideradas através de coeficientes parciais que afetam os efeitos das ações, as propriedades dos materiais e as grandezas geométricas. A metodologia tem um papel essencial, principalmente no acompanhamento de obras subterrâneas e é por isso que nessas obras é necessário constituir padrões mínimos de avaliação de ameaças e procedimentos de gerenciamento de riscos. Por isso, o cuidado com a formação do projeto deve ser elevado, para que os riscos com a construção sejam mínimos ou até mesmo inexistentes. Segundo as abordagens utilizadas, o resultado gerado se dá através do uso de ferramentas de análises e da observação de problemas geotécnicos de uma forma mais estrutural e formal, minimizando assim os riscos que poderão ocorrer na obra. Com toda essa abordagem do procedimento, as decisões deixam de ser intuitivas e empíricas e passam ser mais estruturadas. Desse modo a geologia deverá sempre ser o ponto de partida do dimensionamento para uma obra subterrânea, pois através dela serão obtidos resultados da área onde a escavação ocorrerá constituindo a base do trabalho a se desenvolver. Para tal, é ao modelo geológico, que se deverá recorrer para interpretar e esclarecer dúvidas. Dessa maneira, toda obra subterrânea/escavação de túnel terá

uma durabilidade e funcionabilidade excelente, garantindo um ambiente seguros para a transição quer seja de pessoas ou de objetos.

Descritores: Túneis. Riscos. Gerenciamento.



ESCAVAÇÃO DE TÚNEIS EM ÁREAS URBANAS

Antônio Mateus Bezerra Florêncio ¹

Guilherme Rodrigues Cabral ²

Igor Bruno Do Nascimento Santos ³

José Lucas Alves Ribeiro ⁴

Raquel de Oliveira Santos ⁵

Vinícius Rodrigues Cabral ⁶

A Geologia, que se ocupa da concepção e atributos da crosta terrestre, tem um papel preponderante no estudo das soluções subterrâneas, provocando a atualização de métodos construtivos com novas tecnologias, torna também fundamental um conhecimento cada vez mais aprofundado das características geológicas, o bom senso e as experiências adquiridas são fundamentais no dimensionamento de uma obra subterrânea. Estes projetos assumem peculiaridades distintas das restantes áreas da engenharia, tendo em vista que a sua conclusão é equivalente ao término da obra. Estas obras necessitam de uma conjunção plena entre projetista, fiscalizador e construtor, resultando o projeto final em uma constante adaptação às condições geológico-geotécnicas encontradas ao longo das escavações. Estas condições e sua

¹ antoniomateus17@outlook.com

² guigacabral11@hotmail.com

³ igor.ns996@gmail.com

⁴ del.lucasribeiro@gmail.com

⁵ raquel.olliveira53@gmail.com

⁶ vinicabral11@hotmail.com

técnica resultam da incerteza na caracterização dos terrenos, consequência de uma frequente heterogeneidade e, muitas vezes, dificuldades de acesso para prospecção (densidade urbana ou profundidade da obra), assim como da complexidade do comportamento da estrutura subterrânea. O objetivo dos túneis é permitir uma passagem direta através de certos obstáculos, que podem ser elevações, rios, canais, áreas densamente povoadas, entre outros, os túneis são também frequentemente usados em barragens como obras auxiliares, através das quais as águas do rio são desviadas, a fim de permitirem a construção das estruturas da barragem no leito do rio. A escolha do alinhamento básico de um túnel é governada primeiramente pelos interesses de tráfego e transporte. A locação exata é controlada pelos fatores geológicos e hidrológicos particulares da área do túnel. A tendência para a implantação de um alinhamento de túnel é mantê-lo o mais reto possível, não só por seu percurso menor, custos inferiores, melhor visibilidade, mais também pela simplificação da construção e de sua locação topográfica. Logo, conclui-se que a construção de um túnel em meio urbano permite minimizar interferências com achados arqueológicos ou problemas relacionados com infraestruturas, frequentemente as escavações em meio urbano são realizadas a pequena profundidade, condicionando a sua execução a maciços de menor resistência e mais heterogêneos, o que aumenta a probabilidade de induzir assentamentos à superfície.

Descritores: Infraestrutura urbana. Túneis. Geologia.



DEPÓSITOS MINERAIS E AGREGADOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Amanda Carolina Alves de Macedo¹
Bianca Elisabetta Reis Figueiredo Rodrigues²
Mikael Antônio da Silva Leal³
Nayara Tainá Santos de Melo⁴
Priscila Tavares Dias⁵
Weslly Dayvid de Carvalho⁶

Os recursos minerais são a base da cadeia produtiva mundial, remetendo esta expressão a todo material rochoso com potencial de aproveitamento. As rochas ou associações de minerais com viabilidade de exploração são denominadas de depósitos minerais. Os primeiros descritos cientificamente sobre a formação dos depósitos minerais foram do geólogo Pierre Routhier e, segundo esse pesquisador, a melhor descrição da gênese desses depósitos é por meio da análise da fonte, do transporte e da deposição dos minérios. Um depósito de mineral é formado quando uma determinada substância contida na crosta terrestre tenha concentrações suficientemente grande para gerar uma jazida mineral – Clarke. Os grandes depósitos minerais, também conhecidos

¹ carolamanda1234@gmail.com

² biancafigueiredo@gmail.com

³ mikksilva02@gmail.com

⁴ nayaramelo493@gmail.com

⁵ priscila.td@hotmail.com

⁶ weslly.dayvid@ufrpe.br

como “Word Class” possuem grandes reservas de minerais com condições de exploração potenciais. Existem diferentes tipos de depósitos de minerais ao longo da crosta, os quais se relacionam com ambiente geotectônico de formação. Dentre os vários tipos, pode-se destacar os depósitos sedimentares e os de origem ígnea como os mais importantes do ponto de vista econômico. Os depósitos de minério não têm forma definida, podendo aflorar a superfície e atingir grandes profundidades. A atividade de mineração depende das características dos depósitos e do tipo de material a ser explorado. O complexo do Carajás, situado na Serra dos Carajás, no estado do Pará, abriga a maior mina de minério de ferro a céu aberto do mundo e é rico em manganês, cobre, níquel, ouro, bauxita, zinco, prata, cromo, estanho, tungstênio e urânio. O setor de mineração fornece diversos agregados para o setor da construção civil. Segundo a Associação Nacional das Entidades Produtoras de Agregados para a Construção Civil – ANEPAC e o Serviço Geológico dos Estados Unidos, na sigla em inglês – USGS, as matérias primas utilizadas na construção civil, com exceção da água, são os insumos minerais mais consumidos do mundo. Diante da importância da produção mineral, não apenas para a construção civil, mas para toda a cadeia industrial, é importante que políticas de consumo sustentável sejam estabelecidas para eu haja a conservação ambiental e a consequente melhoria da qualidade de vida.

Descritores: Minério. Exploração. Agregados. Construção civil.



GEOLOGIA: ENGENHARIA DE BARRAGENS

Eduardo Cabral da Silva¹

Luciana de Omena Gusmão²

Wendell José Soares dos Santos³

Maria Alaiza Lino Alves da Silva⁴

Alex Lino Alves da Silva⁵

Tárcito Luiz Oliveira Saraiva dos Santos⁶

Barragens são elementos estruturais construídos na transversal do sentido do fluxo para criação de reservatórios de acumulação e/ou para elevar o nível das águas. As barragens hídricas podem ser utilizadas para diversos fins, como por exemplo, controle de cheias, abastecimento de águas, regularização de vazões para fins de navegação, entre outros. Esses usos podem ser exclusivos ou combinados, dependendo da concepção do projeto. O tipo de material construtivo empregado, pode ser rochoso, terroso ou de concreto. Os estudos geológicos para construção de barragens estão relacionados não apenas com a construção da barragem em si, mas também com a construção do reservatório. No primeiro caso, fatores como a resistência, a estabilidade e a permeabilidade da rocha, principalmente,

¹ eduardo.csilva@professores.unifavip.edu.br

² luciana.gusmao.lu@gmail.com

³ wendell.santos@professores.unifavip.edu.br

⁴ alaiza_lino@hotmail.com

⁵ alex.lino26@hotmail.com

⁶ tarcitoluiz@icloud.com

sob condições de pressão exercida pela fluído, são necessários. Contudo, para a construção do reservatório, as condições de permeabilidade do solo e outras que impactam na estanqueidade da água são fundamentais. Vale ressaltar que para projetos de barragens devem ser elaborados mediante estudos geológicos, geotécnicos e hidráulicos precisos, assim como, estar alicerçados em um projeto de engenharia bem estruturado, haja vista que esse tipo de obra está agregado a altos riscos. Portanto, é necessário também, o desenvolvimento constante de programas de monitoramento e gerenciamento dessas estruturas para mitigar os riscos associados.

REFERÊNCIAS

ANEPAC. Associação Nacional das Entidades Produtoras de Agregados para Construção. Disponível em: <<http://www.anepac.org.br/agregados/mercado>>. Acesso em: 26 de fev. 2022.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2011. NBR 9935: Agregados – terminologia. Rio de Janeiro.

BERTOLINO, L. C.; PALERMO, N.; BERTOLINO, A. V. F. A. Manual de Agregados para Construção Civil, 2^a Edição – CETEM. Disponível em: <<http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/2047/1/Cap%204%20Geologia.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2022.

Charifo, G.; Almeida, J. A. Caracterização e avaliação de reservas geológicas do depósito mineral de Farim-Saliquinhé. Rem: Revista Escola de Minas, 2010. v. 63, n. 3, p. 569–580.

Chiossi, N. J. Geologia de Engenharia. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos. 55p. 2013.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. 2018. GeoSGB – Sistema de Geociências do Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Serviço Geológico do Brasil -SGB – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. Disponível em: <<http://geosgb.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 03 de mar. 2022.

Damasceno, G. C. Geologia, Mineração e Meio Ambiente. Cruz das Almas, 64p. 2017. V. 1. Disponível em: <<https://www2.ufrb.edu.br/ead/images/imagensACESSE/G>>

eologia_Minera%C3%A7%C3%A3o_e_Meio_Ambiente.pdf >. Acesso em: 28 de abr. 2022.

FIUZA, B. O.; MELLO, C. L.; RIBEIRO, C. da S. Parâmetros de densidade de falhas e bandas de deformação em rochas siliciclásticas pouco consolidadas da Formação Resende, Eoceno, Bacia de Volta Redonda, estado do Rio de Janeiro. Geol. USP, Sér. cient., São Paulo. v. 20, n. 4, p 39-52. São Paulo, 2020.

FERREIRA, M. P. V. A Geologia de Engenharia e os Recursos Geológicos. vol. 2: Recursos geológicos e formação. Coimbra Imprensa da Universidade: 2003.

FOSSSEN, H. Geologia estrutural; tradução Fábio R. D. de Andrade - 2ª edição atual. e ampl. São Paulo, 2017.

Manual de Sondagens/ Coordenador Ivan José Delatim; comissão coordenadora Elisângela Oliveira [et al.]. 5.Edição, São Paulo: ABGE - Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2013.

MATIAS, A. R. Escola Kids Uol, 2008. Disponível em: <<https://escolakids.uol.com.br/ciencias/rochas.htm>>. Acesso em: 23 de jun. de 2021.

MATOS, A. M. Deformações das rochas, 2018. 47 slides. Disponível em:<https://aeguia.ccems.pt/pluginfile.php/1863/mod_resource/content/2/Deforma%C3%A7%C3%B5es%20das%20rochas.pdf>. Acesso em: 16 de fev. de 2022.

MORAES, P. Formação das Rocha. Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2015. Disponível em:

<<http://www.cprm.gov.br/publique/CPRM-Divulga/Rochas-1107.html>>. Acesso em: 12 de fev. de 2022.

Nunes, T. M. ESTUDO DE VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE ROCHAS ORNAMENTAIS NA PRODUÇÃO DE CONCRETO: UMA REVISÃO LITERÁRIA, v. 2507, n. 1, fevereiro, p. 1–92, 2020.

OLIVEIRA, S. M. F. de. Estudo do comportamento geomecânico e químico das fraturas de rochas carbonáticas. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2019.

Pinto, L. G. R. Sensoriamento remoto e geofísica. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Disponível em: <<https://www.cprm.gov.br/publique/Geologia/Sensoriamento-Remoto-e-Geofisica-29>> acesso em: 18 de abr. de 2022.

SOARES, P. Rochas - Como elas se formam e de que modo são classificadas. Educação Uol, 2014. Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/geografia/rochas-como-elas-se-formam-e-de-que-modo-sao-classificadas.htm>>. Acesso em: 14 de fev. de 2022.

Sousa Filho, C. R. & Crosta, A. P. Geotecnologia aplicada a geologia, Revista Brasileira de Geociências, v. 33, 2003, p. 1-4.

Teixeira, J. B. G. Ouro na Bahia – Metalogênese e potencial exploratório. Companhia Baiana de Pesquisa Mineral, série publicações especiais, n. 23. Salvador, 2019, 338p. Disponível em:

<http://www.sbgeo.org.br/assets/admin/imgCk/files/LIVRO_OURO_Baixa_resolucao2.pdf >. Acesso em: 25 de abr. 2022.

USGS – United States Geological Survey: Commodity Statistics and Information. Disponível em: <<https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/>>. Acesso em: 20 de mar. 2022.

ZAPATA, G. J. Caracterização geomecânica de maciços rochosos intemperizados. 2011. 186 f., il. Dissertação (Mestrado de Geotecnia). Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

