

SEG SOCIETY OF EXPLORATION
GEOPHYSICISTS

Student Chapter

State University of Rio de Janeiro
Geophysical Society

UERJ Geophysical Society

MAGAZINE

Revista Trimestral

2ª edição | Jan • Fev • Mar de 2019

Nesta edição:

- ▶ Capa: A importância do uso de métodos indiretos e diretos em obras de engenharia, por Márcio Leão, da ABGE;
- ▶ Entrevista com Rosemary Silva, especialista em RH, sobre currículos e entrevistas;
- ▶ Matéria sobre a participação da equipe da UERJ no IBA 2019;
- ▶ Artigo técnico sobre caracterização de gradiente geotérmico regional e fluxo de calor e suas implicações para a avaliação de recursos geotérmicos;
- ▶ Segunda parte da Coletânea *Algoritmos e Lógica da Programação*.

Confira nesta edição:**3**

Editorial: A Geofísica e o caroço da laranja
Por Irineu Figueiredo (UERJ-IF-DFAT)

4

Entrevista com Rosemary Silva, especialista em
RH, sobre currículo e entrevistas de
emprego/estágio

7

Métodos Indiretos e Diretos Associados a Obras
de Engenharia. Por que não utilizamos e
assumimos os riscos?

Por Marcio Fernandes Leão, da ABGE

10

Matéria 'UERJ representa o Brasil na semifinal do
IBA 2019'

12

Artigo técnico:
Caracterização regional do gradiente geotérmico e
do fluxo de calor no estado do Tocantins, Brasil:
Implicações para a avaliação de recursos
geotérmicos

18

Artigo técnico:
Dados, Variáveis, Expressões e Operadores

Sobre nós

O Student Chapter UERJ Geophysical Society foi fundado em 2015 por alunos do curso de graduação em Geologia para fomentar uma área de pouco interesse pelos geólogos: Geofísica. Nosso papel é intermediar as relações entre entidades, empresas e os alunos para que juntos possamos crescer e nos qualificarmos, tanto profissionalmente quanto academicamente.

Organização do Student Chapter

Presidente - Lucas Guimarães P. Monteiro
Vice-presidente - Isabela Dantas de Albuquerque
Secretário - Vanderson Ribeiro de Assis Lima
Tesoureira - Isabelle Vasconcelos Alcantara
Advisor - Paulo T. L. Menezes

Visite nosso site:

segchapteruerj.wixsite.com/geophysicalsociety

Conecte-se conosco por nossas redes sociais:

facebook.com/SEGUERJGeophysicalSociety/



linkedin.com/in/SEGUERJGeophysicalSociety/



instagram.com/SEGUERJGeophysicalSociety/



youtube.com/channel/UC-Gr50hTX4pZ6yvkzunIerA

Organização da Revista

Editor-chefe
Lucas G.P. Monteiro

Design e revisão
Isabela Dantas de Albuquerque

Fotografias

Capa e contra capa: Represa Hoover, nos estados de Nevada e Arizona, EUA. Fotografia retirada de bit.ly/2GmGs5m.

Página 11: Fotografias retiradas de bit.ly/2Uz6Ame

UERJ Geophysical Society

R. São Francisco Xavier, 524 - Bloco A, 4º Andar, Sala 2031; CEP: 20550-900; Maracanã, Rio de Janeiro - RJ

Editorial

A Geofísica e o caroço da laranja

Por Irineu Figueiredo (UERJ-IF-DFAT)

A melhor explicação que conheço do que é a Geofísica foi elaborada pelo Mafra, – técnico do Observatório Nacional, que faleceu em um acidente automobilístico durante uma viagem de campo – que dizia: “Geofísica é como tentar determinar a posição dos caroços de uma laranja sem abrir a laranja”. Neste contexto, o caroço é algo diferente dentro da laranja.

Em Geofísica, as diferenças (ou contrastes) de propriedades físicas das rochas são chamadas de **anomalias geofísicas**. A busca por essas anomalias é realizada utilizando sensores na superfície da Terra capazes de medir os efeitos produzidos por estas propriedades físicas.

Os sensores não fazem distinção de quem produz os efeitos que estão sendo observados. Ou seja, o sensor está recebendo influência de tudo que está ao seu redor. Isto faz com que cada método geofísico de medida tenha suas peculiaridades. Em alguns casos, é necessário remover os efeitos de tudo que esconda a anomalia procurada; em outros, se procura outro lugar para fazer a medida. Um exemplo simples: vou tirar uma foto sua e uma pessoa desconhecida está próxima a você. No primeiro caso, peço que a pessoa se afaste. No segundo, a pessoa não se afasta e, como não queremos briga, você se afasta para tirarmos a foto. Depois de removidos os efeitos indesejados, obtemos uma anomalia que permitirá que façamos suposições sobre a distribuição dos materiais existentes em sub-superfície.

Assim, as medidas geofísicas efetuadas na superfície devem ser distribuídas de modo que os contrastes possam ser percebidos. No exemplo da laranja, as anomalias seriam geradas pelos caroços e, se as posições das medidas são escolhidas de maneira inadequada, - por exemplo, longe dos caroços, de tal modo que não percebemos as anomalias - podemos chegar à conclusão errada de que esta laranja não tem caroço. Portanto, escolher a posição onde serão efetuadas

as medidas na superfície da Terra é uma questão de extrema importância em geofísica.

Obtida a anomalia, a questão é saber onde está o caroço. Vamos tentar entender a dificuldade em encontrar o caroço brincando de cabra-cega: você está com os olhos vendados ao lado de do colega; ele se afasta e giramos você. Vamos chamar o colega de **causa** e você de **efeito**. A causa sabe exatamente onde está o efeito; a isso chamamos de **problema direto**. A causa só vê um efeito. Por outro lado, você sabe que o colega está em qualquer posição a um metro de você, mas não onde ele está e isso é o chamado **problema inverso**. Isto é, no problema inverso temos várias soluções que dizemos ser a **ambiguidade** do método geofísico. O efeito pode ter várias causas. Para achar o colega é preciso que te passem informações – “vai pra frente”, “vira para esquerda”, “dá mais um passo”, etc. O efeito precisa de informações para localizar a causa. Em Geofísica, toda informação sobre a região em estudo e sobre a constituição do caroço (ouro, diamante, água, petróleo...) é que diminuirá o número de soluções possíveis, aproximando o resultado obtido da realidade.

O bom entendimento desses três aspectos – remoção de efeitos indesejados, distribuição dos pontos de medida e ambiguidade – são necessários para um resultado satisfatório, mas não são suficientes. Você terá dificuldade em obter um bom resultado se as medidas não forem de boa qualidade. E devemos ter em mente que é dispendioso levar os equipamentos com os sensores até o local de medida. O conhecimento das leis da física relacionadas ao método geofísico, que dizem como a causa provoca o efeito, permite ter os cuidados necessários para realizar as medidas de maneira satisfatória. Além de fornecer procedimentos para remover os efeitos indesejados. O conhecimento da geologia do local de estudo ajuda na escolha da posição em que as medidas devem ser efetuadas e elaborar o modelo que representa as distribuições das propriedades físicas em sub-superfície.

Essas considerações devem estar em foco independente do método geofísico que será utilizado para que um trabalho científico de qualidade. Façam um bom uso da geofísica. ■

Entrevista com Rosemary Silva, especialista em RH, sobre currículo e entrevistas de emprego/estágio

Por Lucas Monteiro

Dia 23 de março de 2018 tivemos o prazer de receber a Rosemary Silva, profissional de RH, que ministrou a palestra “*Como se manter interessante para o mercado de trabalho?*”, em que deu dicas sobre currículos e entrevistas de emprego/estágio. Na mesma ocasião, ela nos cedeu uma entrevista sobre esses temas, que pode ser conferida a seguir.

Lucas Monteiro - Fale um pouco sobre você e a sua carreira.

Rosemary Silva - Eu tenho, aproximadamente 25 anos de mercado. Trabalho há, aproximadamente, 15 anos na área de RH, com departamento pessoal, desenvolvimento humano e treinamento, que é a área que eu escolhi para me aprofundar. Atualmente, sou coordenadora de RH de um grupo, e neste grupo eu cuido de três empresas com três nichos completamente diferentes de negócios. Sou formada em letras pela Universidade Gama Filho. Gosto muito do que faço, tenho verdadeira paixão por lidar, tratar e estar com pessoas.

LM - Quais são suas perspectivas de emprego, de modo geral, no Brasil, pelo próximo biênio?

RS - Curtíssimo prazo, né? Eu tenho acompanhado um crescimento muito incipiente, pouquinho, lento, mas eu acho que está começando a retomada da empregabilidade. A gente passou por um processo eleitoral. Ainda estamos naquele início para perceber como vai ficar a economia, qual o perfil real do novo

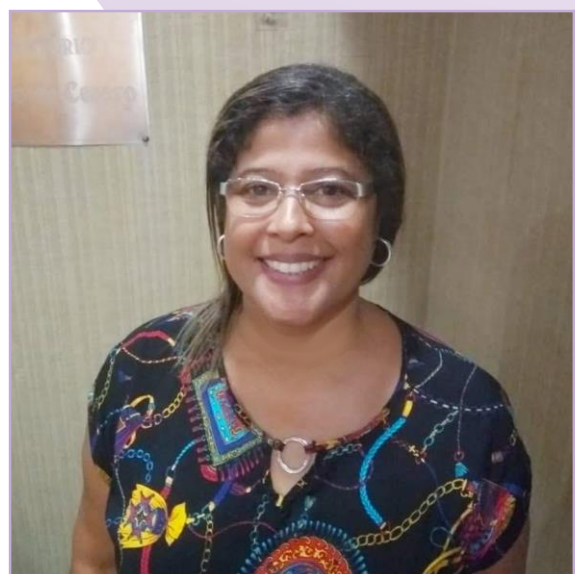
ficar a economia, qual o perfil real do novo governo, e isso sempre amedronta um pouco o mercado financeiro; isto, conseqüentemente, atinge um pouco os negócios e as empresas. Mas eu vejo com muito otimismo. Acho que está crescendo e irá crescer, e a tendência é melhorar. Acho que a crise, a grande crise, já passou.

LM - Já saímos do fundo do poço, não é?

RS - Já! Agora começamos a colocar o nariz para fora, felizmente.

LM - Qual seriam os erros mais comuns que você identifica nos candidatos?

RS - Eu estou até fazendo alguns processos seletivos. Então para começar, erro de português. Isso mata qualquer currículo, então evite. Outro erro: preguiça. Por exemplo, quando você expõe uma vaga, faz algumas



Rosemary Silva é profissional de RH há mais de 15 anos, formada em Letras pela Universidade Gama Filho. Prestou serviço para as empresas Líder Táxi Aéreo, Estre Ambiental, Petrobras, CCR Ponte e Eco Vias. Atualmente é Coordenadora de RH na Imariz Locadora de Veículos e Life Rio Emergências Médicas.

perguntas, como: “Qual sua pretensão salarial?”, ou “Fale sobre suas experiências” e a pessoa responde: “Já está no currículo”. Quando perguntado qual sua pretensão salarial, favor não colocar a combinar. Podemos conversar depois sobre o valor, mas coloque um valor. E seja sempre objetivo, claro. Outro problema terrível: mentira. Não minta no currículo ou entrevista. Acho que estes são os erros fundamentais, os principais na verdade. Erro de português, currículo mal redigido, currículo cansativo de ler. Por exemplo, peço um currículo para vaga de analista financeiro, onde é exigida experiência com gestão. Então vem um analista de telemarketing e manda o currículo. Você pergunta, “Tem experiência?”; “Não, mas posso aprender”... Em resumo, três pontos: Erro de português, currículo mal redigido e falta de assertividade.

LM - Quais são as maiores reclamações que você já ouviu de algum candidato, ou que alguém já tenha falado para você numa entrevista?

RS - Isso é claro. O principal, você vê nas redes sociais, é que a empresa não dá retorno.

LM - É o clássico.

RS - Esse é o clássico. Quase 100%. Realmente, as empresas não dão retorno, por diversos motivos. As vezes, porque houveram duzentos candidatos e só uma ou duas pessoas para fazer a contratação. Ou porque não houve tempo; porque não é o perfil da empresa... Eu sei que não justifica, porque eu também já estive do outro lado. E é ruim você passar por um processo seletivo e não saber se você passou ou não, e se não passou, o porquê. Ou até mesmo não saber se

o processo ainda está em andamento ou foi concluído. Porque acontece também. Às vezes eu abro um processo, e no meio do caminho a empresa desiste e pede para eu parar. Então isso é muito ruim. A falta de retorno é realmente a pior reclamação. É uma coisa que nós, como empresa, como RH, estamos tentando melhorar. E com os colegas a gente também fala muito isso, “dê retorno”. A gente hoje está desse lado mas já estive do outro lado e pode voltar a estar.

LM - A gente nunca sabe quando vai estar do outro lado da balança né?

RS - Exatamente.

LM - Um pouco de humor: quais os casos mais estranhos ou muito bizarros que você já tenha visto?

RS - Nossa, isso aí dá uma palestra de umas cinco horas... (risos). Então, por exemplo: fizemos uma seleção para motorista, e o rapaz preencheu a ficha e, simplesmente, não tinha habilitação. Nenhuma. Aí ele disse que queria tirar, que era complicado.... Você recebe um currículo - atualmente tenho um bolo na minha mesa - desse tipo: “Tem experiência?” “Não. Mas posso aprender...”. É uma empresa, não uma escola.... “Nunca tive experiência, porque nunca tive emprego, quero que me deem oportunidade porque sei que sou capaz...”. Você vê muita coisa. Coisas que são pitorescas. Por exemplo, candidatos que vão com a mãe para a entrevista.... Vem com a esposa, pois ela quer saber quanto ele vai ganhar. Pergunto: “Quem vai entrar?” “Ele, mas eu quero entrar, porque quero saber quanto ele vai ganhar, quais benefícios, quais serão os horários”. Isso é super comum de acontecer. Candidatos que na primeira entrevista

já querem saber quando vão tirar férias...

LM - Nossa...

RS - É. A vaga é, por exemplo, para auxiliar, e o candidato quer saber se não pode encaixar como assistente porque o currículo dele é muito bom, e por aí vai.... Só tragédia.

LM – (Risos). Dai, só ladeira a baixo.

RS - Só tragédia.

LM – Brevemente, para alguém que não soubesse nada de mercado de trabalho ou de currículo, o que você pontuaria, o que você diria que seria um currículo minimamente apresentável?

RS - Seu nome completo, de preferência sem abreviação, a menos que seja algo meio Pedro II, muito extenso. Nunca, jamais, colocar documentos. CPF, RG... O que a gente busca? Um currículo objetivo. Seu nome, como o próprio nome já diz, seus objetivos profissionais, suas principais experiências de forma concisa, mas de forma que você se venda. Que quem leia diga: “É isso que eu quero”. E suas principais informações pessoais. Se você tem disponibilidade para viajar, quantos idiomas você fala, se é no mínimo avançado, se você tem carteira de habilitação, se você pode se mudar de cidade. Isso tudo é o básico. Uma folha, uma folha e meia é o suficiente.

LM – Sendo bem sucinto.

RS - E aconteça o que acontecer, jamais envie um currículo de quinze, vinte páginas, como já peguei, porque a gente não quer apostila e nem livro...

LM – Esses dias eu olhei um currículo no LinkedIn e ele tinha cinco páginas.

RS - Não, não, eu nem olho. Dá preguiça de olhar. Já descarto na hora.

LM – Que conselho você daria para os jovens que tentam entrar hoje em dia no mercado de trabalho?

RS - Não desista. Todo mundo teve seu primeiro emprego.

LM – Primeiro “não”, vários “não”...

RS - Vários “não”, vários, vários, vários, vários. Saiba se vender para o mercado. Buscamos bons profissionais, mas também aquele profissional que tem autoestima, tem garra, tem disposição. Você não tem que se vender como se fosse o supassumo. Mas mostre que quer. Mostre empolgação. Quando você vai numa entrevista: "Já ouviu falar na nossa empresa?" "Já, a empresa faz isso e aquilo...". Mostre que você fez direito o dever de casa. Então, para o candidato que está procurando o primeiro emprego, tem que ter foco, e não pode desistir.

LM – Para finalizar, deixe um recado para nossos leitores.

RS - Repito, não desista. Seja objetivo naquilo que você quer, e seja sempre a diferença, mostre porque você tem que pegar aquela vaga, porque você tem que estar naquela vaga e porque você tem que permanecer naquele emprego. Então mostre isso, seja diferença.

LM – Obrigado Rose!

RS - De nada. ■

Métodos Indiretos e Diretos Associados a Obras de Engenharia. Por que não utilizamos e assumimos os riscos?

Por Marcio Fernandes Leão, da ABGE

O crescimento acelerado da população obriga, não apenas, que o meio ambiente se adapte às novas solicitações impostas, como também que a infraestrutura acompanhe essa nova demanda. Entre idealizar e executar um projeto, muitos estudos técnicos são fundamentais para que o conhecimento integrado em todas as suas instâncias colabore para o sucesso de uma obra. Será que assim conseguiríamos prever o antes, o durante e o depois de um projeto de engenharia?

Infelizmente, os materiais geológicos (solos, sedimentos e rochas) não são passíveis de serem controlados. Para tentar entender melhor seu comportamento, são utilizados *softwares* e modelos matemáticos que buscam a previsão mais realística possível do comportamento desses materiais quanto às solicitações impostas. Porém, existe um limiar entre o empirismo e a realidade e, apesar de muitas técnicas disponíveis e praticadas ao melhoramento do entendimento das características desses materiais, é fundamental que se compreenda a evolução desse processo frente às solicitações impostas em obras de engenharia. Hoje um talude está estável, mas e amanhã? Essa pergunta deve ser replicada às diversas obras. Como poderíamos prevenir e mitigar riscos?

Toda ação antrópica, desde a construção de uma moradia sobre um terreno até a escavação de um maciço rochoso, impõe

mudanças no estado natural de tensões de um corpo. Some a esse fato processos como o intemperismo, comum em países tropicais, como o Brasil, e responsáveis por degradar as características físicas, químicas e mecânicas do substrato, e teremos mudanças das propriedades geológico-geotécnicas, de forma não linear, como a resistência, a deformação e a permeabilidade deste, principalmente quando tratamos de rochas brandas.

Apesar de todas essas particularidades, existiria uma maneira de prever ou entender o comportamento dos materiais geológicos? Sim! Com o uso da investigação geológico-geotécnica, há muito tempo utilizada e difundida em obras de engenharia de todas as magnitudes, representando cerca de 0,5% a 2% em média do orçamento global de um projeto brasileiro. Parece pouco? É pouco, principalmente considerando obras tão grandiosas, como barragens e túneis, cujo colapso pode ceifar muitas vidas, além de gerar transtornos ambientais, econômicos e sociais.

Para qualquer programação de investigações é necessário que respondamos perguntas como: “Por que investigar?”, “O que investigar?”, “Onde investigar?”, “Como investigar?”, “Quais os níveis e os critérios previstos em projeto?” e “Que providências adotar se os níveis estabelecidos forem ultrapassados?”.

O quantitativo de investigações e tipos a serem utilizadas varia conforme o objetivo e a segurança acerca do conhecimento de solos e rochas existentes nos locais de implantação, principalmente se são aflorantes. Quando as rochas e solos estão em subsuperfície, a dificuldade na obtenção do conhecimento aumenta, sendo necessárias técnicas que possibilitem obter tais informações.

Assim, os métodos de investigação estão conjugados a um programa de sondagens, que possui definição e localização das atividades, indicações de locais para coleta de amostras e, por ventura, ensaios *in situ*, sendo necessária qualquer adaptação às necessidades, tanto em quantidade como em profundidades a serem alcançadas.

Estas investigações geológico-geotécnicas do subsolo são premissas para todo projeto de engenharia, independente da sua magnitude, que buscam identificar a natureza dos materiais geológicos existentes no terreno. Ou seja, são utilizadas tanto em projetos de engenharia de petróleo ou mineração, em que costuma ser necessário realizar perfurações com grande espaçamento entre elas, pois buscam objetivos de prospecção, como em projetos de engenharia civil, nos quais, mesmo quando o objetivo é a construção de grandes barragens e/ou obras subterrâneas profundas, as longitudes perfuradas são bem menores, com cerca de 200 m de espaçamento.

A campanha de investigações é apoiada em dados como, por exemplo, fotografias aéreas, observações de campo e métodos indiretos. As investigações devem

seguir normas e registros padronizados quanto à terminologias e simbologias, e são presentes em diversas fases de qualquer projeto.

Neste contexto de métodos indiretos, a geofísica tem recebido cada vez mais destaque em projetos de engenharia geotécnica. No geral, apresenta inúmeras vantagens relacionadas à grande abrangência, rápido processamento de dados e menor custo comparada as campanhas de sondagens diretas, atraindo os grandes projetistas.

A prospecção geofísica baseia-se na determinação de campos de força, naturais ou artificiais, que são medidos em superfície por meio de instrumentos. A finalidade desta pesquisa é a obtenção de dados sobre a distribuição espacial dos solos, rochas e estruturas em subsuperfície e a obtenção de dados, em profundidade, de determinada propriedade físico-química das camadas do subsolo ou da variação de tal propriedade.

Dentre os métodos geofísicos, os registros elétricos e radioativos ganham destaque, principalmente em obras de engenharia e no uso para prospecção mineral, por terem resultados rápidos e baixo custo. Nestes métodos, as sondagens diretas podem ser utilizadas para correlacionar informações, mas nem sempre são necessárias. Estes métodos são utilizados quando é necessária uma solução rápida e aproximada de certos problemas geotécnicos em determinada zona (profundidade da rocha sã para fundação de uma barragem, por exemplo).

Os métodos sísmicos são também utilizados em obras de engenharia, mas principalmente na prospecção de

hidrocarbonetos, por sua elevada resolução e profundidade de investigação, apesar dos altos custos.

Já os métodos gravimétricos e magnéticos, por exemplo, são menos utilizados em obras de engenharia civil quando comparados ao método sísmico e da resistividade. A razão principal desta aplicação ser pouco utilizada é que estes métodos são mais difíceis de interpretar quantitativamente do que as velocidades de propagação em distintos horizontes sísmicos ou as assinaturas de resistividade em rochas e solos. Mas há casos em que os métodos gravimétricos e magnéticos podem ser os únicos adequados para um determinado objetivo. Por exemplo, o método magnético é bastante apropriado para delimitar diques intrusivos e o método gravimétrico pode ser empregado na busca de canais ou cavernas subterrâneas.

No fim das contas, deve-se investigar direta ou indiretamente? A resposta está na conjugação dos métodos, tornando campanhas tradicionais mais racionais, otimizadas e com dados mais consistentes. Investigar corretamente uma obra não significa obter 100% de sucesso, todavia garante que muitas decisões possam ser tomadas a um risco mínimo. Vemos constantemente problemas geológico-geotécnicos relacionados a campanhas erroneamente dimensionadas, seja pela adoção equivocada do método ou mesmo o desconhecimento sobre as técnicas cada vez mais modernas para tal.

Não há mais oportunidade atualmente para tentativas e erros, ou do acerto ao acaso.

Quando esse momento ocorreu na história da engenharia, o esforço profissional permitiu que muitas áreas, como a geologia de engenharia e engenharia geotécnica evoluíssem tecnicamente.

Hoje dispomos de conhecimento e recursos cada vez mais avançados, dentre os quais se incluem os métodos geofísicos. Executar um projeto ou mesmo abandoná-lo, não utilizando as ferramentas disponíveis para elucidação de parâmetros é assumir o risco. Submeter esse projeto sob a ação contínua dos processos geológico-geotécnicos, baseada puramente na “sorte”, não é apenas irresponsável; é criminoso! ■

UERJ representa o Brasil na semifinal do IBA 2019

A equipe da UERJ foi selecionada entre as seis equipes brasileiras (UERJ, UFPE, UFPR, UFRGS, UFRJ, UFS) que participaram da competição *Imperial Barrel Award* 2019, organizada pela AAPG (*American Association of Petroleum Geologists*), chegando à semifinal, que ocorreu no dia 05 de abril de 2019 na cidade do Rio de Janeiro, competindo com as universidades *Universidad Industrial de Santander* (Colômbia), *Universidad Central de Venezuela* (Venezuela) e *Universidad de Buenos Aires* (Argentina) na regional da América Latina e Caribe.

O IBA é uma competição global anual para estudantes em geociências em que cada equipe participante analisa durante oito semanas dados geológicos, geofísicos, geoquímicos e de produção de uma bacia sedimentar. Cada equipe entrega os resultados de seus estudos em uma apresentação de 25 minutos a um grupo de especialistas do setor. As equipes universitárias competem para ganhar fundos de bolsas de estudo para o departamento de geociências e o reconhecimento internacional que vem da

competição ou da vitória na competição.

O time da UERJ foi composto pelos alunos de graduação em Geologia Giovanni de Oliveira Eneas, Isabela Dantas de Albuquerque, Ricardo Campos Alevato e Vanderson Ribeiro de Assis Lima e pelo aluno de mestrado em Bacias Sedimentares Vinícius Luiz da Silva.



A equipe da UERJ logo antes da apresentação na semifinal. Da esquerda para a direita: Vinícius Luiz da Silva, Giovanni de Oliveira Eneas, Isabela Dantas de Albuquerque, Ricardo Campos Alevato e Vanderson Ribeiro de Assis Lima.

No início do mês de Janeiro recebemos dados de aquisições sísmicas 2D, dados de poços e geoquímicos da bacia de Bristol Bay, uma bacia de nova fronteira localizada a norte da Península do Alasca. Durante as oito semanas seguintes, estudamos estes dados, conseguindo, ao fim desse período de trabalho, sintetizar a geologia da área, definir seu sistema petrolífero e as características deste, interpretar os dados sísmicos e de perfis de poços, e definir um *lead* promissor e os riscos associados a uma possível atividade exploratória na bacia.



Congratulations 2019 Latin America & Caribbean Region Virtual Round Winners!



Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Universidad Industrial de Santander (UIS)



Universidad Central de Venezuela (UCV)

Universidad de Buenos Aires (UBA)



See you at the Semifinals in Rio on April 5!

Anúncio dos finalistas da regional da América Latina e Caribe, que seguiram para a semifinal do IBA 2019

Para o curso de Geologia da UERJ, chegar nesta etapa da competição, a qual foi vitoriosa em 2013, representa um reconhecimento do potencial do corpo docente e discente, que, mesmo sofrendo com o sucateamento do governo nos últimos anos, mostram que o ensino público gratuito de nossa universidade continua com a mesma qualidade e determinação, resistindo a qualquer problema e/ou situação.

Agradecemos a todos que nos ajudaram e apoiaram durante esses meses de trabalho: ao nosso *advisor* Hernani Chaves e ao nosso *coadvisor* Marcus Berao; à Ana Paula Pires, da Petrobras, e ao Julio Kosaka e à Maria Clara Lima,

ambos da Schlumberger; aos professores do Departamento de Estratigrafia e Paleontologia (DEPA) da UERJ Egberto Pereira, René Rodrigues e Sérgio Bergamaschi; aos colegas e amigos da graduação da turma de Geologia de 2014, com destaque para Felipe Corrêa e Milena Barcelos, e da pós-graduação da UERJ Ana Carolina Araújo, Luciana Brelaz, Suelen Gouvêa, Talissa Mira e Victor Schuback.

Aproveitamos para parabenizar a equipe da *Universidad Industrial de Santander*, que irá representar a América Latina na final, que ocorrerá dia 18 de Maio em San Antonio, no Texas, e torcemos pela sua vitória. ■



O time da UERJ recebendo os certificados de participação na competição, com Mayra Vargas (esquerda) e Daiane Cardoso (direita), coordenadoras da *Latin America and Caribbean Region* da AAPG e Hernani Chaves (centro), *advisor* do AAPG UERJ Student Chapter.



As equipes competidoras, juízes e organizadores da semifinal do IBA 2019.

Artigo Técnico

Caracterização regional do gradiente geotérmico e do fluxo de calor no estado do Tocantins, Brasil: Implicações para a avaliação de recursos geotérmicos

Descovi, P.L.M.¹; Vieira, F.P.¹; Hamza, V.M.¹

¹Observatório Nacional

RESUMO

A energia geotérmica se apresenta emergente diante de problemas energéticos atuais, econômicos e ambientais. A região em que se localiza o estado de Tocantins, conhecida como Central do Brasil, tem uma geologia complexa com diferentes eventos geológicos como subducções ocorridas entre os crátons do Amazonas e São Francisco, herdando as zonas de sutura: Brasília e Araguaia. Esses processos são cenários promissores para acúmulo de calor formando importantes reservatórios geotérmicos, possíveis alvos para exploração, confirmados em mapas de excesso de temperatura. As estimativas indicam que a base de recursos alcança valores superiores a 1900 GJ. A parte recuperável do recurso é estimada para ter valores maiores que 100 GJ. Esta estimativa é compatível com a compreensão atual das estruturas geológicas locais e da energia recuperável de acordo com as propriedades físicas do meio.

INTRODUÇÃO

O progresso obtido nos estudos geotérmicos do Brasil vem sendo discutido há décadas em vários trabalhos anteriores (Hamza et al., 2005 e 2010; Vieira et al., 2015). O presente trabalho teve como objetivo a caracterização térmica da crosta sob a compartimentação do estado do Tocantins e

identificação de alvos geotérmicos de interesse para futuras explorações de energia geotérmicas, unindo a geologia e geofísica regionais.

CONTEXTO GEOLÓGICO E GEOFÍSICO

O estado do Tocantins está situado no centro do Brasil em uma área delimitada pelas províncias estruturais neoproterozóicas Parnaíba, Tocantins e São Francisco (Almeida et al., 1977). Essas unidades apresentam evidências de colisões entre os crátons Amazonas e São Francisco ao longo das zonas de sutura tectônicas, conhecidas como cinturões de dobramento de Brasília e Araguaia (Valeriano, 2008; Schmitt et al., 2018).

A tectônica regional é marcada pelos sistemas de falhas quaternárias de Estrondo (BR12) e Porangatu (BR19), e também lineamentos de Araguaia-Tocantins e Transbrasiliano (Saadi et al, 2002). Na região Sul estão presentes importantes falhas transcorrentes e o Arco Magmático de Mara Rosa, remanescente dos eventos Neoproterozóicos de subducção (Almeida, 1986; Brito Neves, 2014), conhecido como a Zona Sísmica Goiás-Tocantins – ZSGT (Fernandes et al., 1991; Assumpção et al., 2014) (Fig. 1). Na região Sul, há indícios de fluidos carbônicos, defendida por diversos autores (Coelho e Moura, 2006; Padilha et al.,

2013; Abdallah, 2016; Solon et al., 2018), de forma que o carbono teria se depositado em um restrito ambiente oceânico e subsequentemente metamorizado e subductado ao manto, transformando-o em grafite em condições de pressão e temperatura.

MATERIAIS E MÉTODOS

Dados geotérmicos foram adquiridos em poços situados em 140 localidades (Fig. 1). Dentre estes, 37 poços perfilados pelo Laboratório de Geotermia do Observatório Nacional - LabGeotON (Vieira e Hamza, 2012), 94 poços com análise geoquímica para estimativas indiretas da temperatura obtidas pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) e os demais poços localizam-se em estados adjacentes, Pará (perfis do LabGeotON), Maranhão, Bahia e Goiás (perfis da Petrobrás). O gradiente geotérmico

foi calculado usando métodos classificados como *Incremental Temperature Logger* (ITL), *Stable Bottom Temperature* (SBT), *Temperature Bottom-Hole* (BHT) e Geoquímico (GCL).

O método designado como convencional ou *Incremental Temperature Logger* (ITL) é aplicado para casos onde as camadas geológicas são homogêneas. Seu cálculo é determinado pelo ajuste linear das medidas de temperaturas (T_i) em intervalos de profundidades discretos (Z_i) quando a perturbação não ocorre ou é desprezível. Desta forma, o gradiente é o coeficiente angular da reta, do seguinte modo:

$$grad = \frac{N \sum z_i T_i - \sum z_i \sum T_i}{N \sum z_i^2 - (\sum z_i)^2}$$

O método designado como temperatura estável de poço (CBT) é empregado em casos onde há movimentação de fluidos no poço. Desta forma, descartam-se as medições perturbadas e consideram-se somente a medida de fundo de poço, geralmente estável. Seu cálculo é feito pela diferença entre a temperatura média anual em superfície e o valor estável de temperatura no fundo do poço sobre a profundidade, do seguinte modo:

$$grad = \frac{T_{CBT} - T_0}{Z_{CBT} - Z_0}$$

O método designado como *Bottom-Hole Temperature* (BHT) é muito utilizado na indústria de hidrocarbonetos é calculado conforme:

$$grad = \frac{T_{BHT} - T_0}{Z_{BHT} - Z_0}$$

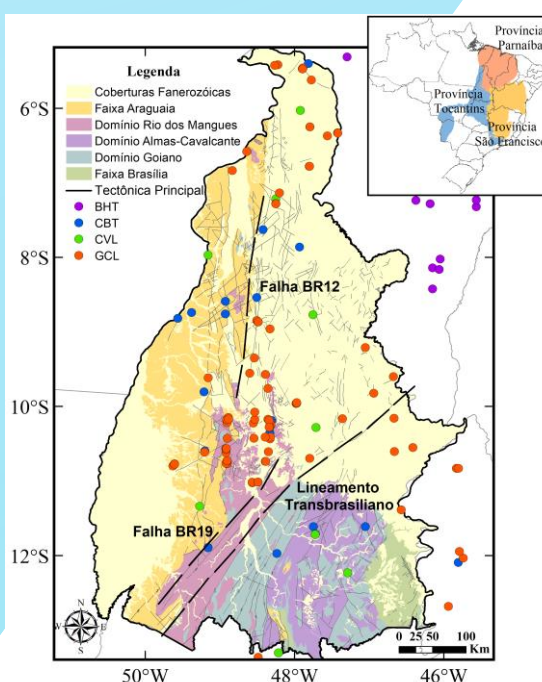


Figura 1 - Mapa geológico simplificado da área de estudo indicando localizações relativas das principais características estruturais.

De forma que a T_{BHT} foi corrigida conforme correções sugeridas pela AAPG (1976).

O método geoquímico (GCL) representa uma forma indireta para estimar a temperatura de reservatório dos fluidos geotermiais. Utiliza-se geralmente o teor de soluto dissolvido em águas de fontes termais para estimar as temperaturas de dissolução, usualmente a sílica, do seguinte modo:

$$grad = \frac{T_{GCL} - T_o}{Z_{GCL} - Z_o}$$

Onde T_{GCL} é a temperatura de reservatório e Z_{GCL} é a profundidade de reservatórios, calculados conforme Alexandrino e Hamza (2018).

Os valores de condutividade térmica foram obtidos a partir de medidas experimentais (Vitorello, 1978; Vitorello et al., 1980) e representativas para diferentes litologias (Schön, 2015; Yang, 2017). Para cada poço, um valor médio ponderado é calculado conforme as litologias presentes no poço. Os valores encontrados estão na faixa de 1,07 a 4,7 W/m/K.

A determinação do fluxo geotérmico corresponde ao produto da condutividade térmica (λ) pelo gradiente geotérmico do intervalo ($\partial T/\partial z$), conforme a relação:

$$q = \lambda \frac{\partial T}{\partial z}$$

Onde q é a densidade de fluxo por unidade de área em mW/m^2 ; λ é a condutividade térmica em $W/m/K$ e $\partial T/\partial z$ é o gradiente geotérmico em $^{\circ}C/Km$.

RESULTADOS OBTIDOS

GRADIENTES GEOTÉRMICOS E FLUXO DE CALOR

Valores para o gradiente geotérmico (Fig. 2) na faixa de 30 a 60 $^{\circ}C/km$ foram encontrados na região Sul (notáveis pela presença de feições de arco magmático) e na região Norte-Central (Faixa Araguaia e sequências sedimentares de idade Fanerozoica), partes da Província do Tocantins. Valores de gradientes menores que 25 $^{\circ}C/km$ foram encontrados na área do Jalapão, localizada na parte nordeste adjacente

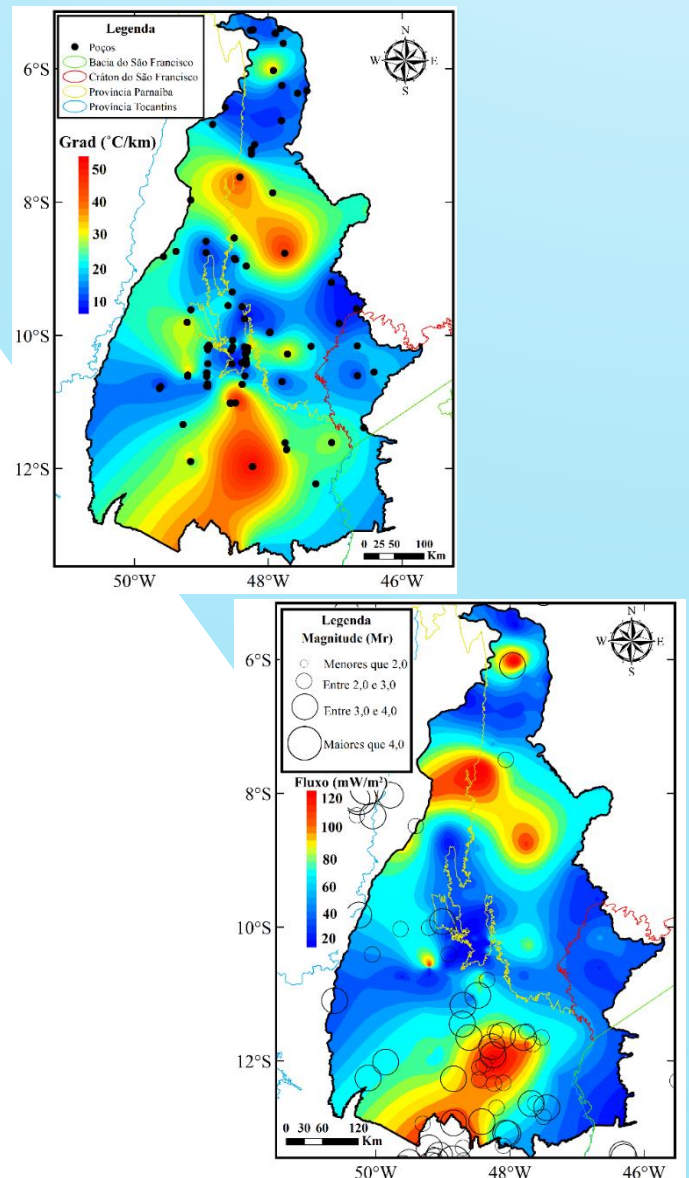


Figura 2 - Distribuição regional dos gradientes geotérmicos (esquerda) e fluxo de calor (direita). Curvas finas indicam províncias geológicas.

Valores de fluxo de calor na faixa de 70 a 100 mW/m² foram encontrados nas mesmas regiões (Fig. 2). Observe que áreas de alto fluxo de calor ocorrem nas partes sul e norte e são caracterizadas por atividade sísmica moderada.

TEMPERATURAS CRUSTAIS

As temperaturas nas profundidades crustais foram calculadas assumindo um fluxo vertical dimensional de calor (q) e condutividade térmica constante (λ), de cada poço. A geração de calor radioativo na superfície (A₀) foi assumida com um fator de decréscimo exponencial (D). Para D foi adotado o valor médio de 11 km (Alexandrino e Hamza, 2018) e para geração de calor os valores 2,1 μWm⁻³ para terrenos arqueanos e 2,3 μWm⁻³ para fanerozóicos. Nestas condições, a relação para excesso de temperatura (ΔT) na profundidade (z) na crosta é:

$$\Delta T = \frac{A_0 D^2}{\lambda} \left(1 - \exp\left(-\frac{z}{D}\right) \right) + \frac{(-A_0 D + q_0)}{\lambda} z$$

O excesso de temperatura nas profundidades de 3 a 6 km variou de 25 a 290°C (Fig. 3). Zonas com temperaturas de 100 a 140°C ocorrem a profundidades de 3 km, nas regiões Sul e Norte. Tais regiões podem comportar recursos geotérmicos de baixa entalpia, conforme classificação de Muffler and Cataldi (1978), onde valores de temperaturas inferiores a 90°C podem ser considerados de baixa entalpia, valores entre 90 e 150°C, média entalpia e valores superiores a 150°C, alta entalpia. Portanto, em profundidades de 4 km, os recursos são classificados como alta entalpia. Em profundidades superiores a 6 km, as anomalias térmicas atingem valores superiores a 250°C.

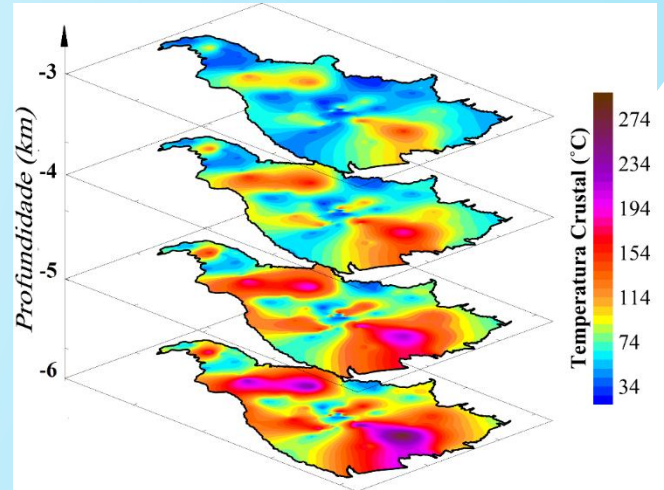


Figura 3 - Mapeamento de temperatura em excesso para 3 a 6 km, em graus Celsius.

AVALIAÇÃO DE RECURSOS GEOTÉRMICOS

O método volumétrico foi empregado na avaliação de recursos. A região de estudo foi discretizada empregando células tridimensionais. Este procedimento permitiu o cálculo da base de recursos (toda a energia disponível). As estimativas de recursos recuperáveis, por unidade de área, foram feitas assumindo valores de porosidade que diminuem exponencialmente com a profundidade.

O recurso base (Q_{RB}) é calculado usando a relação:

$$Q_{RB} = \rho C_p S \left[\frac{A_0 D^3}{\lambda} \left(\exp\left(-\frac{z}{D}\right) - 1 \right) + \frac{A_0 D^2}{\lambda} z + \frac{(-A_0 D + q_0)}{2\lambda} z^2 \right]$$

Onde a expressão dentro do parêntesis é o excesso de temperatura integrado conforme profundidade (z), variando de 3 a 6 km. Algumas constantes são levadas em consideração como densidade média da crosta (ρ), aproximadamente 2650 kg/m³; a capacidade térmica volumétrica (C_p), aproximadamente 836 J/Kg/°C; e área S (m²), obtida a partir da área total de Tocantins pelo número de poços (140), aproximadamente 1.956,109 m².

Os valores da base de recursos geotérmicos para o intervalo de profundidade de 3 a 6 km variam de 170 a 2060 GJ/UA (Fig. 4). Até

profundidades de 4 km seu valor é de 1000 GJ/UA. Para profundidades maiores, o valor é 1800 GJ/UA.

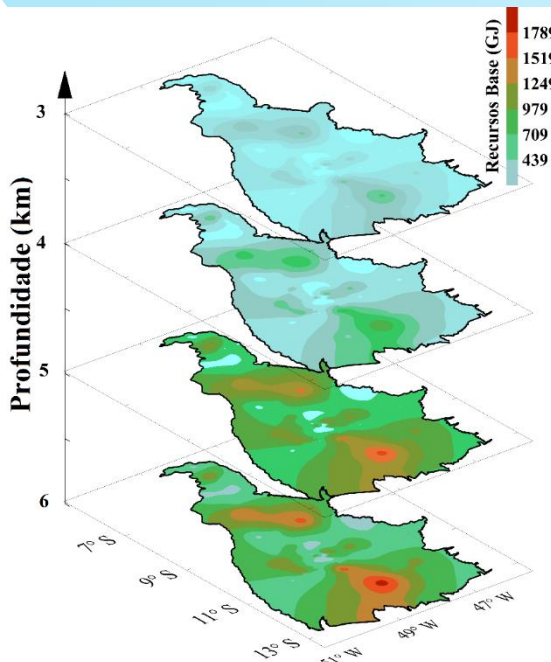


Figura 4 - Stack dos mapas da base de recursos para 3 a 6 km, em unidades de gigajoules.

A parte recuperável da base de recursos (QRR) foi calculada usando a relação:

$$Q_{RR} = Q_{RB} * \left[\phi_0 * \exp\left(-\frac{z}{D}\right) \right]$$

Onde a porosidade é uma função que diminui exponencialmente com a profundidade do seu valor inicial.

Os recursos recuperáveis para intervalos de profundidade de 3 a 6 km variam de 8 a 115 GJ (Fig. 5). As áreas de interesse ainda são as mesmas, mas o aumento do conteúdo de calor com a profundidade é parcialmente compensado com o decréscimo da porosidade.

DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Uma avaliação de recursos geotérmicos foi feita no estado de Tocantins, região de geologia complexa localizada no Brasil Central, herdada

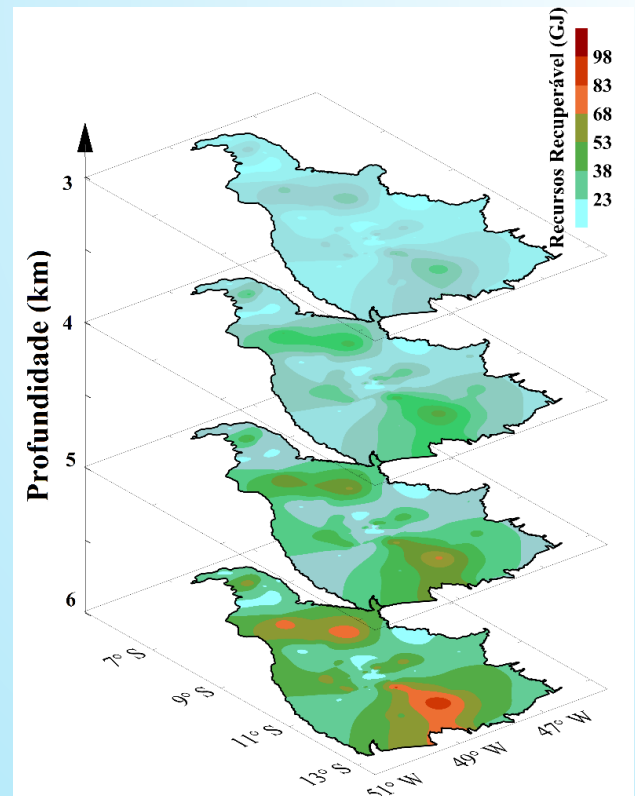


Figura 5 - Stack dos mapas de recursos recuperáveis para profundidades de 3 a 6 km, em gigajoules.

de falhas quaternárias e sísmicas regionais (principalmente na região Sul), promovendo um importante quadro geotectônico e adequado para acumulações energéticas geotérmicas observadas.

Anomalias de fluxo de calor foram verificadas na análise de excesso de temperatura em profundidades de 3 a 6 km, onde foram observados baixos recursos de entalpia a profundidades de 3 km, características médias tendendo a alta entalpia a 4 km de profundidade e alta entalpia em 6 km de profundidade. neste caso, atingindo temperaturas acima de 270°C.

Cálculos de energia disponível com mapeamento de recursos base foram estimados e grande disponibilidade de energia foi observada em regiões de anomalia, de modo que até 4 km a energia disponível é de aproximadamente 1000 GJ e em profundidades superiores a 5 km pode atingir 1900 GJ nas regiões anômalas, podendo recuperar 100 GJ de toda a energia disponível, segundo mapas de recurso recuperável.

REFERÊNCIAS

- Alexandrino, C., & Hamza, V. (2018). Terrestrial Heat Flow in Non-Thermal Ground Water Circulation Settings of Brazil. *International Journal of Terrestrial Heat Flow and Applications*, 1(1), 46-51.
- Abdallah, S. (2016). Geologia e Geoquímica do Grupo Riachão do Ouro na Folha Arraias: Evidências de Arco Magnético Paleoproterozóico. *Geochimica Brasiliensis*, 29(2).
- Almeida, F. D., Hasui, Y., Brito Neves, B. D., & Fuck, R. A. (1977). Províncias estruturais brasileiras. *Simpósio de Geologia do Nordeste*, 363-391.
- Almeida, F. D. (1986). Distribuição regional e relações tectônicas do magmatismo pós-paleozóico no Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 16(4), 325-349.
- Assumpção, M. et al., 2014. Intraplate seismicity in Brazil, in *Intraplate Earthquakes*, Chapter 3, ed. Talwani, P., Cambridge Univ. Press.
- Brito Neves, BBD, Fuck, RA e Pimentel, MM (2014). A colagem brasileira na América do Sul: uma revisão. *Revista Brasileira de Geologia*, 44 (3), 493-518.
- Coelho, C. V., & Moura, M. A. (2006). Mineralizações de Sn do Maciço Granítico Serra Branca, Goiás: evolução do sistema hidrotermal e fonte dos fluidos. *Revista Brasileira de Geociências*, 36(3), 513-522.
- Fernandes, E. P., Blum, M. L. B., & Ribeiro, R. K. (1991, October). The Goiás Seismic Zone-A New Approach. In *2nd International Congress of the Brazilian Geophysical Society*.
- Hamza, V.M.; Silva Dias, F.J.S.; Gomes, A.J.L.; Terceros, Z.G.D. (2005). Numerical and Functional Representations of Regional Heat Flow in South America. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, Volume 152, 4, p.223-256.
- Hamza, V.M., Cardoso, R.R., Gomes, A.J.L. and Alexandrino, C.H. (2010) Brazil: Country Update. *Proceedings of the World Geothermal Congress, Bali, 25-29 April 2010*.
- Padilha, A. L., Vitorello, I., & Pádua, M. B. (2013). Deep conductivity structure beneath the northern Brasília belt, central Brazil: Evidence for a Neoproterozoic arc-continent collision. *Gondwana Research*, 23(2), 748-758.
- Valeriano, C. D. M., Pimentel, M. M., Heilbron, M., Almeida, J. C. H., & Trouw, R. A. J. (2008). Tectonic evolution of the Brasília Belt, Central Brazil, and early assembly of Gondwana. *Geological Society, London, Special Publications*, 294(1), 197-210.
- Vieira, F. P., & Hamza, V. M. (2012). Fluxo Lateral de Águas Subterrâneas nas Bacias Sedimentares: Implicações para Ocorrências de Recursos Geotermiais. In *V Simpósio Brasileiro de Geofísica*.
- Vieira, F. P., Guimarães, S. N., & Hamza, V. M. (2015). Updated assessment of geothermal resources in Brazil. In *14th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & EXPOGEF, Rio de Janeiro, Brazil, 3-6 August 2015*(pp. 480-485). *Brazilian Geophysical Society*.
- Saadi, A., Dart, R. L., & Machette, M. N. (2002). Map of quaternary faults and lineaments of Brazil. Project of international lithosphere program task group II-2, major active faults of the world, University of Minas Gerais and US Geological Survey.
- Schmitt, R., Frago, R., & Collins, A. S. (2018). Suturing Gondwana in the Cambrian: The Orogenic Events of the Final Amalgamation. In *Geology of Southwest Gondwana* (pp. 411-432). Springer, Cham.
- Schön, J. H. (2015). Physical properties of rocks: Fundamentals and principles of petrophysics (Vol. 65). Elsevier.
- Solon, F. F., Fontes, S. L., & La Terra, E. F. (2018). Electrical conductivity structure across the Parnaíba Basin, NE Brazil. *Geological Society, London, Special Publications*, 472, SP472-19.
- Vitorello, I., 1978. Heat flow and radiogenic heat production in Brazil, with implications to the thermal evolution of continents, Univ. of Mich., Ph.D. dissertation, Ann Arbor, 1978.
- Vitorello, I.; Hamza, V. M.; Pollack, H. N., 1980. Terrestrial Heat Flow in the Brazilian Highlands, *Journal of Geophysics Review*, vol. 85, pp. 3778-3788, 1980.
- Yang, S., & WEI, J. (2017). *Fundamentals of Petrophysics*. Springer Berlin Heidelberg.

Coletânea *Algoritmos e Lógica da Programação*

Artigo técnico 2: Dados, Variáveis, Expressões e Operadores

por Lucas Guimarães P. Monteiro

Presidente do Student Chapter *State University of Rio de Janeiro Geophysical Society* (UERJ Geophysical Society)

Seguindo com o tema do artigo técnico da edição anterior da revista, vamos analisar agora os dados.

Dados são nada mais nada menos do que a própria informação em si. Ela pode ser dada pelo usuário que utiliza o programa, pelo programador, ou pelas instruções de acordo com a programação efetuada. As **instruções** são as ordens lógicas que damos ao programa de forma que ele gere estruturas ou funções.

Muitas pessoas que não são ligadas à área de informática ignoram o valor dos dados, e sintetizam a máquina apenas por tratar dados numéricos. Entretanto, podemos ter outros tipos de dados, como os lógicos ou *booleanos* e os literais. Com eles, uma gama de combinações preenche as variáveis. As **variáveis** são definidas por regras na lógica *booleana* e devem ser muito bem descritas no momento de escrever o algoritmo. Grande parte dos erros envolvendo a programação está na declaração das variáveis, tanto globais quanto as locais. Uma variável constitui-se de três atributos: um nome, um tipo de dado associado e a informação por ela guardada.

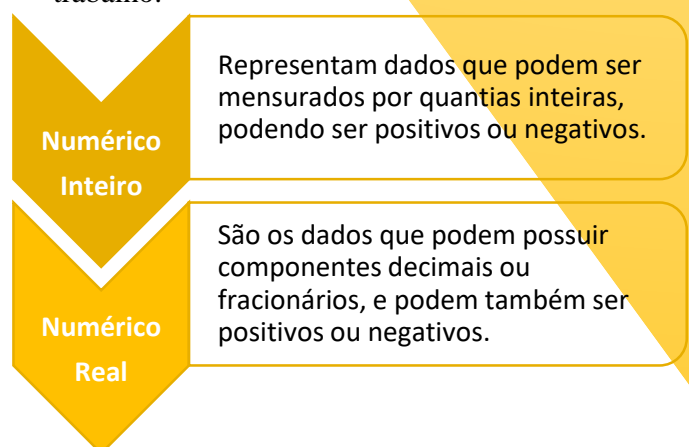
Por fim, as variáveis se relacionam com as estruturas de seleção, de repetição, por exemplo, através da lógica *booleana* que constitui relações entre as combinações possíveis das proposições que só podem assumir dois valores: 1 ou 0. **Lógica** nada mais é do que a estrutura primária da

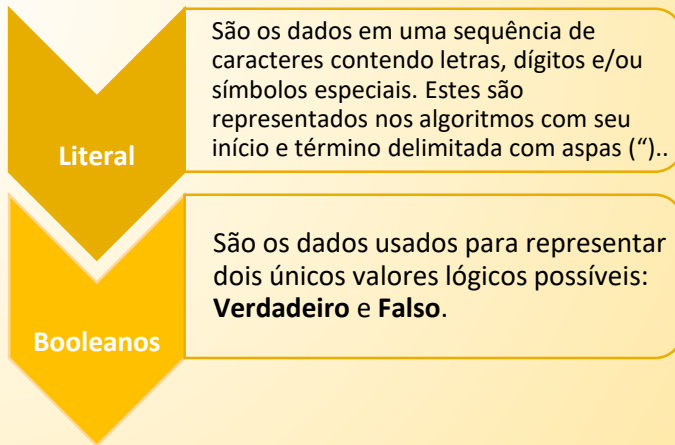
programação e das máquinas, que através da combinação destes dois valores assume um gama de possibilidades com o uso dos operadores lógicos e matemáticos.

Ao final deste capítulo, deve-se estar preparado para declarar variáveis organizadas e voltadas para as suas verdadeiras funções, de forma clara e coesa. Além disto, deverá estar apto a elaborar questões utilizando o raciocínio lógico matemático, voltado, aqui neste curso, para o desenvolvimento de programas em Portugol. Contudo, este desenvolvimento visa um aprimoramento para quaisquer linguagens da programação que vocês possam utilizar. Como já dito, sabemos que tendo definido o conceito dos algoritmos, a programação passa a ser desenvolvida de forma lógica, sendo necessário apenas adaptações para a linguagem trabalhada.

DADOS

Os dados são divididos em quatro tipos, cada um voltado para um tipo de trabalho:





Dados Numéricos

Os dados numéricos, como o próprio nome diz, são representados por números. Os números, segundo a teoria dos números e conjuntos, são divididos em:

- Conjunto dos **números naturais (N)**, dado pelos números maiores que 0 e positivos. Para algumas correntes de matemáticos, o número zero não é um número contido neste grupo, então fica a discussão filosófica envolvendo esta questão. Isto, contudo, não muda nada para nosso curso.

$$\mathbf{N} = \{1, 2, 3, 4, 5, \dots\}$$

- O próximo conjunto é os dos **números inteiros (Z)**, que englobam todos os números desde o infinito negativo, passando pelo zero, até o infinito positivo. Assim podemos afirmar que o conjunto (N) está contido no conjunto (Z).

$$\mathbf{Z} = \{\dots, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, \dots\}$$

- Englobando o conjunto dos inteiros está o conjunto dos **números fracionários (Q)**, sendo este conjunto definido por um quociente onde o numerador e o denominador são números inteiros.

$$\mathbf{Q} = \left\{ \frac{p}{q} : p, q \text{ pertencem a } \mathbf{Z} \right\}$$

- De forma paralela, existe o conjunto dos **números irracionais (I)**, estes

números são referidos aos números reais que não são racionais, ou seja, o quociente não é dado por números inteiros.

$$\mathbf{I} = \{3,1428\dots \text{ (PI); } 1,6418\dots \text{ (EULER)}\}$$

- Englobando todos os números destes conjuntos está o conjunto dos **números reais (R)**, que é a relação de todos os números fracionários e irracionais.

$$\mathbf{R} = \{\mathbf{Q} \cup \mathbf{I}\}$$

Nos algoritmos, declaramos as variáveis em dois grupos: as variáveis inteiras e as variáveis reais. Vamos conhecer agora os outros tipos de informação que constituem as variáveis.

Dados Literais

Estes são constituídos por uma sequência de caracteres contendo letras, dígitos e/ou símbolos especiais. Muitas vezes também é chamado de **alfanumérico, cadeia de caracteres**, e, do inglês, *string*. Os dados literais usualmente são delimitados no início e no fim com o caractere aspas (“”). Para caráter de informação para ser utilizada quando formos trabalhar com as listas: o comprimento de um dado literal é o número de caracteres contidos na variável.

Ex:

“Diga seu nome” – Comprimento de 13 (Espaço é um caractere)

“Andréia” – Comprimento de 7

“&%\$@#*%\$” – Comprimento de 8

“18,95” – Comprimento de 5

Dados Lógicos

Lógica, do grego, significa a *ciência do raciocínio*, é a parte da filosofia que trata

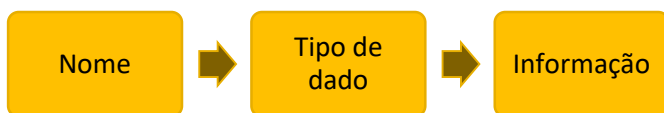
das formas do pensamento em geral e das operações intelectuais que visam a determinação do que é verdadeiro ou não.

Este tipo de dado é relacionado, de certa maneira, com a forma que os computadores funcionam. São chamados de **booleanos** e são usados para representar dois únicos valores lógicos possíveis: **Verdadeiro** ou **Falso**. Podemos ter a relação de outros atributos como: **Sim/Não**; **1/0**; **Ligado/Desligado**. Iremos em breve trabalhar as relações dos operadores lógicos dentro do raciocínio do algoritmo.

Dentro de um algoritmo podemos encontrar duas classes diferentes de dados, os dados **constantes** e os dados **variáveis**. Um dado é uma **constante** quando seu valor não se altera ao longo do tempo em que o algoritmo é executado, permanecendo o mesmo do começo ao fim da execução do programa. Já um dado que pode ter seu valor alterado durante a execução do código é denominado como uma **variável**.

Variáveis

Como vimos anteriormente, as variáveis são divididas em três características:



Já sabendo os tipos de dados que as variáveis podem assumir, então vamos trabalhar com outra propriedade das variáveis: o **nome**. Os nomes geram grandes conflitos dentro da declaração das variáveis, visto que esses nomes possuem regras específicas para serem declarados e serem considerados como variáveis válidas:

- Devem sempre começar por uma letra;
- Não ter espaços em branco (Espaço ou *backspace* – Como solução deve ser utilizado o símbolo *underline* “_”);
- Não devem conter caracteres especiais, como números ou símbolos;
- Deve se atentar para não utilizar palavras reservadas, ou seja, as palavras-chave da própria linguagem da programação, como os comandos, os tipos de variáveis, listas, entre outros (ver Tabela 1).

Ex:

Raio; Nome_Sobrenome; F; Horizonte_Reserv; Granito_Cassi.

Lembrando sempre que, ao se criar os nomes das variáveis, deve dar-se preferência aos nomes mnemônicos, ou seja, aqueles que deixem claro a respeito do que as variáveis são definidas ou do que elas representam, possibilitando uma melhor documentação delas mesmas, do que o uso de nomes aleatórios como N e X ou Y.

Tabela 1: Exemplos de palavras reservadas.

Abs	Algoritmo	Ate
E	Enquanto	Entao
Fim_se	Frac	Inicio
Para	Pare	Passo
Sen	Senão	Tan
Constantes	Cos	De
Faca	Fim	Fim_enquanto
Leia	Literal	Logico
Real	Repita	Resto
Variaveis	Verdadeiro	Falso
Compr	Raiz	Fim_para
Escreva	Trunc	Matriz
Inteiro	Div	Se

Declaração das variáveis em algoritmo

Ao longo do programa, o dado será manipulado através do nome do seu identificador. A definição dos dados em algoritmos também é conhecida como **declaração**.

Um identificador deve ser declarado com um determinado tipo de dado, ficando restrito a aquele valor, sendo que, se houver uma tentativa de atribuir um dado diferente ao qual o identificador foi definido, irá ocorrer erros de compilação, de execução e até perda dos dados da variável.

Há, entretanto, linguagens da programação que não exigem a definição de tipos para trabalhar com os dados, como é o caso do Python. Essas linguagens são classificadas como **não-tipadas** e normalmente aceitam atribuição de dados dos mais variados tipos para um mesmo identificador.

Em Portugol, todos as linhas de dados devem ser finalizadas com o uso de ponto-e-vírgula (;). Ao declaramos um identificador variável, estamos reservando na memória do computador um espaço para armazenar valores do tipo declarado.

var

```
<Identificador1>,<Identificador2>...:<Tipo1>;
<Identificador3>,<Identificador4>...:<Tipo2>;
```

Ex:

```
var Bloco, Empresa: caractere[10];
preco: real;
Ano, Estimativa_Produção: inteiro
constante Maximo=100
```

Veja que, no exemplo acima, foram declaradas quatro variáveis:

- Variável **Bloco** e **Empresa**, capaz de armazenar as informações de dados literais num máximo de comprimento de 10;
- Variável **Preco**, capaz de armazenar informações numéricas do tipo real;
- Variável **Ano** e **Estimativa_Produção**, capaz de armazenar informações numéricas do tipo inteiro;
- Constante **Maximo**, que possui como dado um valor constante de 100.

Expressões e Operadores

O conceito de **expressão**, em termos computacionais, está intimamente ligado ao conceito de expressão matemática, onde um conjunto de variáveis e constantes numéricas relacionam-se por meio de operadores aritméticos, compondo uma fórmula que, uma vez avaliada, resulta em um valor.

As expressões são um arranjo de **operadores** e **operandos**, cujo qual, a cada expressão válida, é atribuído um valor. Os operandos podem ser variáveis, constantes ou valores gerados por funções. Os operadores identificam as operações a serem efetuadas sobre os operandos. Cada tipo de dados possui um conjunto de operadores relacionados.

Se vários operandos aparecem em uma expressão, a ordem de execução das operações será dada segundo alguns critérios:

- Pelo emprego explícito de parênteses;
- Pela ordem de precedência existente entre os operadores;
- Se existirem operadores de mesma ordem de precedência, a avaliação será feita da esquerda para a direita.

Tabela 2: Exemplos de operadores e suas categorias.

Operadores	Categoria
()	Parênteses
Nao	Operador Lógico
* ** / div mod	Operadores Multiplicativos
E Ou	Operadores Lógicos
= <> <> <= =>	Operadores Relacionais

Expressões Aritméticas

Os operadores aritméticos são símbolos que representam operações aritmética, ou seja, as operações matemáticas básicas. Estes operadores serão utilizados para formar expressões aritméticas (Tabela 3).

Tabela 3: Exemplos de operadores matemáticos

Operador	Operação Matemática
+	Soma
-	Subtração
*	Multiplicação
/	Divisão
%	Resto da divisão inteira

Veja que o caractere asterisco (*) é adotado na maioria das linguagens de programação para representar a multiplicação. Enquanto que o símbolo (**) é adotado para representar a operação de exponenciação.

Expressões Literais

Expressões literais são aquelas cujo resultado é um valor literal. Este tipo de expressão é bem menos frequente que os anteriores. Os tipos de operadores existentes variam de uma linguagem de programação para outra, não havendo uma padronização. Contudo, um operador literal comum é o concatenar (+), onde junta-se a primeira variável literal com a segunda variável literal.

Ex:

“Gran” + “ito” → “Granito”

“Feldspato” + “ de” + “ Ti” + “ e” “ Cs” →

“Feldspato de Ti e Cs” (Perceba o uso do

espaço antes do “de”, “Ti” “e” e “Cs” com o intuito de deixar uma frase limpa e legível.

Expressões Lógicas

Um outro conceito utilizado para expressões são as expressões lógicas, cujo resultado da avaliação é um valor lógico (Verdadeiro ou Falso). Matematicamente, as expressões lógicas são divididas em proposições, que são declarações afirmativas ou um dado alfanumérico que pode associar a um valor verdadeiro ou falso. Tomemos os três princípios mais importantes das proposições:

- **Princípio da identidade:** Tudo é identico a si mesmo. Por exemplo, a proposição p é igual a p ($p=p$), mesmo que exista $p=q$;
- **Princípio da não contradição:** Uma proposição não pode ser verdadeira e falsa ao mesmo tempo. Por exemplo, dada uma proposição p ela é ou verdadeira ou falsa, e nunca assume os dois valores ao mesmo tempo;
- **Princípio do terceiro excluído:** Toda proposição ou é verdadeira ou é falsa, isto é, verifica-se sempre um destes casos, e nunca um terceiro.

Com base nesses conhecimentos iremos agora avaliar os operadores lógicos. Os operadores lógicos são conhecidos como **conectivos**, pois são utilizados para formar novas proposições a partir da junção de duas outras. Eles são usados para representar situações lógicas que não podem ser representadas por operadores aritméticos (Tabela 4).

Tabela 4: Exemplos de operadores lógicos

Operador lógico	Símbolo
E	\wedge
Ou	\vee
Não	\sim

Existe uma gama de possibilidades de valores resultantes das operações executadas com operadores lógicos, pois estes só podem assumir V ou F. O resumo destas operações é o que chama **tabela-verdade** dos operadores lógicos (Tabela 5). Estes resultados são produtos de diferentes combinações produzidas pela interação dos operadores lógicos. No caso dos operadores, lógicos temos que:

Tabela 5: Tabela-verdade dos operadores lógicos

P	Q	$P \wedge Q$	$P \vee Q$	$\sim P$
V	V	V	V	F
V	F	F	V	F
F	V	F	V	V
F	F	F	F	V

Podemos precisar comparar dois valores ou variáveis do mesmo tipo. Para isso, iremos utilizar os **operadores relacionais**, cujo retorno da expressão relacional indica se o resultado da comparação foi verdadeiro ou falso (Tabela 6). Por exemplo, a expressão $2 < 3$ é uma expressão lógica cujo valor é verdadeiro; em contrapartida, a expressão $2 = 8$ é uma expressão lógica cujo valor é falso.

Tabela 6: Operadores relacionais

Operador	Símbolo
Igual a	$=$
Maior que	$>$
Menor que	$<$
Maior ou igual a	\geq
Menor ou igual a	\leq
Diferente de	$\langle \rangle$ Ou \neq

Quando entramos nas estruturas de seleção, controle e repetição voltaremos a este conceito de tabela-verdade para explicar as

expressões relacionais e como são seus resultados.

Conclusão

Nesta edição, vimos como os dados são classificados e como eles são responsáveis por controlar os tipos das variáveis. Vimos que os nomes das variáveis possuem regras específicas para sua utilização. Iniciamos também o conceito de expressões, tanto lógicas quanto numéricas, para iniciarmos nossa abordagem da próxima edição: a construção de um programa, em Portugol.

Exercícios propostos – Repostas no site da SEG Student Chapter Geophysical Society – Retirados de (1) e (2)

1) Classifique os dados especificados abaixo de acordo com seu tipo, assinalando com I os dados do tipo inteiro, com R os reais, com L os literais, com B os lógicos (booleanos), e com N aqueles para os quais não é possível definir a priori um tipo de dado.

- 0.21 V "0." 1
- 1% "José" 0,35 +36
- .F. -0.001 .T. C
- +3257 "abc" "-0.0" F
- "+3257" +3257. Maria "a"
- ".F." ± 3 .V. .V

2) Assinale com C os identificadores corretos e com I os incorretos. Explique o que está errado nos identificadores incorretos.

- valor _b248 nota*do*aluno
- a1b2c3 3 x 4 Maria
- km/h xyz nome empresa
- sala_215 "nota" ah!

3) Supondo que as variáveis NB, NA, NMAE e SX sejam utilizadas para armazenar a nota do aluno, o nome do aluno, o número da matrícula e o sexo, declare-as corretamente, associando o tipo adequado ao dado que será armazenado.

Observe as seguintes declarações de variáveis e suas respectivas atribuições e responda às questões abaixo:

var inteiro NUM1 = 10;

var inteiro NUM2 = 5;

var inteiro NUM3 = 200;

var inteiro NUM4 = 200;

4) Coloque F ou V nas expressões abaixo:

Exemplo: (F) NUM4 > NUM3;

a) () NUM1 > NUM2;

b) () NUM1 < NUM3;

c) () NUM1 < NUM4;

d) () NUM3 = NUM4;

5) Coloque F ou V nas expressões abaixo:

Exemplo: (F) NUM1 - NUM2 < NUM2;

a) () NUM1 + NUM2 > NUM3;

b) () NUM1 * NUM2 < NUM4;

c) () NUM3 - NUM4 != NUM4;

d) () NUM3 / NUM1 < NUM4;

6) Coloque F ou V nas expressões abaixo:

Exemplo: (F) NUM1 + NUM2 > 10 e NUM3 - NUM4 = NUM3;

a) () NUM1 / NUM2 > 0 e NUM1 + NUM3 > NUM4;

b) () NUM1 * NUM2 > 40 e NUM3 - NUM1 > NUM4;

c) () NUM1 - NUM2 = 10 e NUM2 + NUM3 > NUM4;

d) () NUM1 + NUM2 < 10 e NUM3 - NUM4 = NUM1;

Referências Bibliográfica

(1) Apostila de algoritmo e lógica da programação – Algoritmos – Parte 1 – Departamento de Computação e Automação. Centro de Tecnologia. UFRN / UFRN, 2004.

(2) Carvalho, Victorio Albani de. Lógica de programação / Victorio Albani de Carvalho. – Colatina: CEAD / Ifes, 2009.

Ferrari, Fabricio; Cechinel, Cristian. Introdução a Algoritmos e Programação. Versão 2.2.

Para iniciar seus estudos de lógica de programação com o Portugol recomendamos o download do software VisualG.

Link para download: <http://visualg3.com.br/>

Site do Student Chapter:

segchapteruerj.wixsite.com/geophysicalsociety

