



ARCGIS: PESQUISA SOBRE A IMPORTÂNCIA DA APLICAÇÃO DESSE SOFTWARE GEOTECNOLÓGICO NA DISCÊNCIA DA ENGENHARIA DE MINAS, NA UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS-UEMG CAMPUS JOÃO MONLEVADE/ MINAS GERAIS

Adriano Jose de Barros¹

Universidade Estadual de Minas Gerais UEMG—Minas Gerais, Brasil

Felipe de Paula Santos²

Universidade Estadual de Minas Gerais UEMG - Minas Gerais, Brasil

Júnia Soares Alexandrino³

Universidade Estadual de Minas Gerais UEMG—Minas Gerais, Brasil

Fernanda da Fonseca Diniz⁴

Universidade Estadual de Minas Gerais UEMG—Minas Gerais, Brasil

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Adriano Jose de Barros, Felipe de Paula Santos, Júnia Soares Alexandrino y Fernanda da Fonseca Diniz (2017): "ArcGis: pesquisa sobre a importância da aplicação desse software geotecnológico na discência da engenharia de minas, na Universidade do estado de Minas Gerais-UEMG campus João Monlevade/ Minas Gerais", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (marzo 2017). En línea: <http://www.eumed.net/rev/caribe/2017/03/arcgis.html>

RESUMO

Os estudos que abordam softwares de geoprocessamento e modelamento, tem ganhado cada vez mais espaço em nossa sociedade. Isso se deve pelo fato da multidisciplinaridade envolvendo estes softwares como o ArcGis, que é o principal foco deste estudo. Este trabalho envolve um levantamento bibliográfico sobre o sistema de informação geográfica, sensoriamento remoto, geoprocessamento e finalmente o software ArcGis. A segunda parte envolve um levantamento de dados (survey), para quantificar o conhecimento dos alunos de engenharia, principalmente alunos do curso de engenharia de minas a respeito do software ArcGis, este levantamento foi feito através de um questionário anônimo e objetivo, aplicado aos estudantes da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado de Minas Gerais entre os meses junho e dezembro envolvendo alunos dos cursos de engenharia ambiental, civil, minas e metalúrgica.

Palavras chave: Geoprocessamento, ArcGis, Mineração.

ABSTRACTO

¹Mestre em Educação e Desenvolvimento Local, professor de Geoprocessamento UEMG. E-mail: adrianojosebarros@yahoo.com.br.

²Graduação em Engenharia de Minas. E-mail: santos.p.felipe@gmail.com

³Doutorado em Tecnologia Mineral pela UFMG, professora UEMG. E-mail juniaalexandrino@yahoo.com.br

⁴Pós graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, professora UEMG. Email: fernanda.fda@hotmail.com

Los estudios que abordan el geoprocesamiento y el software de modelado han ido ganando cada vez más espacio en nuestra sociedad debido al hecho de que la multidisciplinariedad involucra software como ArcGis, que es el enfoque principal de este estudio. Este trabajo involucra una investigación bibliográfica sobre el sistema de información geográfica, teledetección, geoprocesamiento y finalmente el software ArcGis. La segunda parte involucra una encuesta, para cuantificar el conocimiento de los estudiantes de ingeniería, especialmente de los estudiantes de ingeniería de minas sobre el software ArcGIS. Esta encuesta se realizó a través de un cuestionario anónimo y objetivo, aplicado a estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Estatal de Minas Gerais entre junio y diciembre de 2016, en el que participaron estudiantes de ingeniería ambiental, civil, minera y metalúrgica

Palabras clave: Geoprocesamiento, ArcGis, Minería.

1 INTRODUÇÃO

A mineração foi uma das primeiras atividades desenvolvidas no Brasil, e até hoje desempenha um papel fundamental na economia do país, sendo responsável por cerca de 5% do PIB nacional. São exploradas atualmente 72 substâncias minerais, sendo 23 metálicas, 45 não-metálicas e quatro energéticas, em um total de 8.400 minas de grande, médio e pequeno porte. (DNPM, 2015).

Deste total, a grande maioria se faz com as assistências de softwares do geoprocessamento, que auxiliam nas mais variadas situações que uma mineração apresenta.

Os softwares que são utilizados na mineração existem em uma grande variedade, cada um com a sua determinada importância. Com isso uma quantidade de incógnitas que os acompanham até a escolha destes na mineração. Este desafio da escolha se tornou ainda maior à medida que o planejamento de mina ficou mais complexo, de acordo com o corpo, a dificuldade na pesquisa mineral, dentre outros aspectos.

Nesta busca contínua de condições cada vez mais seguras e rápidas para a execução destes trabalhos, a utilização do SIG (Sistemas de Informações Geográficas), que é um conjunto integrado de hardware e software para a aquisição, armazenamento, estruturação, manipulação, análise e exibição gráfica de dados espacialmente ligados a uma posição específica no globo terrestre, relacionados a um sistema cartográfico conhecido, por meio de suas coordenadas, ou seja, dados georreferenciados, se apresenta como uma solução eficaz, para monitorar os dados referentes a processos minerários e também as informações de empresas que detêm direitos do mesmo (DEUS; NASCIMENTO, 2001).

Essa tecnologia permite coletar e analisar a informação muito mais rapidamente, do que era possível com técnicas tradicionais de pesquisa, proporcionando assim, a solução de análises complexas, através da compilação de dados de diversas fontes, possibilitando ainda, a geração de documentos gráficos, cartográficos e/ou temáticos, colaborando para uma maior compreensão ao fenômeno estudado (DEUS; NASCIMENTO, 2001).

Desta forma, este trabalho tem como principal objetivo, através de levantamentos bibliográficos e pesquisas, como questionários com profissionais e empresas da área de mineração, apresentar a importância de um desses softwares, o Arcgis.

Uma das bases do geoprocessamento é o Sistema de Informação Geográfica (SIG ou GIS), que funciona incorporando softwares, hardwares, satélites, dados e pessoas representado os usuários, metodologias, para poder coletar, armazenar e processar os dados georreferenciados, utilizando por exemplo a plataforma ArcGis, possibilitando o uso destes dados referenciados a nível público e particular, facilitando a tomada de decisões estratégicas nas rotinas uma organização ou um ambiente.

De acordo com Ferreira, o SIG pode ser descrito como um tipo especial de sistema de informações. Pautando da seguinte maneira:

Os sistemas de informações são utilizados para manipular, sintetizar, pesquisar, editar e visualizar informações, geralmente armazenadas

em bases de dados computacionais. O SIG utiliza informações especiais sobre o que está/ou ocorre na superfície da Terra. (Ferreira, 2006, p2).

O sensoriamento remoto é uma das partes constituintes de um extenso conjunto de tecnologias, metodologias e habilidades para coleta, análise e interpretação de dados referentes a fenômenos terrestres e atmosféricos. Pode ser descrito também como um conjunto de metodologias e práticas com o intuito de obter informações sobre ambientes ou objetos sem haver nenhum tipo de contato físico com ambos.

Isso é possível utilizando imagens capturadas e medições, em que grande parte destes dados serão disponibilizados por um satélite.

Segundo RUDORFF 1990O termo sensoriamento remoto, pode ser materializado de acordo com seu propósito.

O sensoriamento remoto é um termo utilizado na área das ciências aplicadas que se refere à obtenção de imagens à distância, sobre a superfície terrestre. Estas imagens são adquiridas através de aparelhos denominados sensores remotos. Por sua vez estes sensores ou câmaras são colocadas a bordo de aeronaves ou de satélites de sensoriamento remoto - também chamados de satélites observação da Terra. Um sensor a bordo do satélite gera um produto de sensoriamento remoto denominado de imagem ao passo que uma câmara aero fotográfica, a bordo de uma aeronave, gera um produto de sensoriamento remoto denominado de fotografia aérea. Mais adiante vamos ver que um sensor remoto também pode ser utilizado para obter informações a poucos metros da superfície terrestre ou mesmo de amostras em laboratório para estudos específicos. (RUDORFF,1990).

As aplicações militares estiveram à frente no uso de inúmeras tecnologias na história da nossa sociedade, inclusive no sensoriamento remoto. Uma das primeiras aplicações do sensoriamento remoto foi para uso militar no século passado. Foram utilizadas câmeras fixadas a pombos correio capturando imagens. Esta prática seguiu os passos do farmacêutico e inventor alemão Julius Gustav Neubronner (1852-1932) De acordo com a figura 1, estas imagens obtidas em 1903 com câmeras pesando apenas 75 gramas acopladas aos pombos, tiveram como princípio primordial a utilização de mapeamento, reconhecimento de áreas e posicionamento inimigo, figura 2.

Figura 1: Modelos de pombos com câmeras



Fotografia: Arquivo Federal Alemão, ID: 183-R01996, adaptado SANTOS Felipe, 2016.

Figura 2: Registro aéreo realizado por pombo



Fotografia: Museu do Ar e Espaço, Washington, D.C., Estados Unidos. Adaptado SANTOS Felipe, 2016.

Com a dinâmica da evolução tecnológica o sensoriamento remoto SR, procurou alternativas mais confiáveis para a detecção de imagens, assim o primeiro salto evolutivo após o uso dos pombos foi a utilização das primeiras tecnologias mecânicas incorporadas primeiramente nos balões, em seguida o uso de aviões paralelamente ao uso de mísseis como o V2 alemão.

Na descrição de evolução feita por FIGUEIREDO, ficou evidente a necessidade de adotar meios mais eficientes para a coleta de imagens e dados.

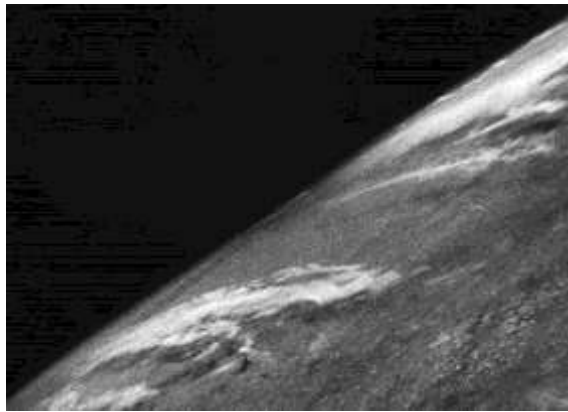
Vale notar a contribuição de Figueiredo (2005) que cita:

Posteriormente, aviões foram utilizados como veículos para o transporte das câmaras. Na década de 60 surgiram os aviões norte-americanos de espionagem denominados U2. Estes aviões, ainda hoje utilizados em versões mais modernas, voam a uma altitude acima de 20.000 m o que dificulta o seu abate por forças inimigas. Conduzido por apenas um piloto eles são totalmente recheados por sensores, câmaras e uma grande variedade de equipamentos. (Figueiredo, 2005, p2)

Neste dialogo com Figueiredo (2005) afirma a caracterização da evolução tecnológica direcionada para a ordenação do território estipulando a lógica geográfica com um determinado fim.

Figueiredo (2005). Expõem que as geotecnologias em seu contexto evolutivo tiveram um aporte mais tecnológico desde a corrida espacial, com a finalidade de criar o mais poderoso foguete como o V2 com o propósito de levar astronautas à Lua, as experiências pioneiras e riscos catastróficos custaram riquezas incalculáveis, terminaram com mortes que puderam ser rastreadas até a rivalidade entre dois líderes de forma imprudente significando uma ousadia científica. O carismático ex Coronel-nazista Wernher Von Braun no time americano e o líder do projeto Soviético, conhecido como "O Designer Chefe 'Sergej Koroljov, foram responsáveis cientificamente em ambos os lados por levar o homem ao sonho do espaço, este sonho se caracterizou no desenvolvimento de novos mecanismos do sensoriamento remoto com o uso dos foguetes V2, usado na captura da primeira imagem da terra onde uma câmera de 35 mm, acoplada ao foguete V2 capturando a imagem geohistória figura 3. A câmera tirou dezenas de imagens e se espatifou ao voltar à superfície do planeta Terra. O filme foi preservado, pois estava protegido em uma caixa de aço. A foto não exibia a coloração azulada do globo, mas foi o ponto de partida para o desenvolvimento de tecnologias associadas ao sensoriamento remoto e ao geoprocessamento que nos proporcionam até hoje extraordinárias imagens da Terra e de outros planetas e astros no universo.

Figura 3: Primeira Imagem do Planeta Terra com câmera acoplada no Foguete V2



Fonte: NASA, 24/10/ 1946

A União das Repúblicas Socialistas Soviéticas – URSS deu o pontapé inicial ao lançar um satélite do tamanho de uma bola de basquete, o Sputnik, em 1957 que tinha aproximadamente 58 centímetros, 83 kg de massa e era feito de liga de alumínio, contendo em seu interior além de outros equipamentos, dois rádios transmissores e baterias que os manteriam em funcionamento por algumas semanas.

Quatro antenas garantiriam a transmissão de sinais beep-beep que tem como finalidade um sinal de um bip curto (som), que nos informa que o mesmo ligou normalmente e nenhum problema foi encontrado que poderiam ser recebidos por rádios amadores que tinham como finalidade mostrar aos outros países o sucesso da missão. Após o sucesso do Sputnik, a URSS passou a tratar o projeto como prioridade da nação e instrumento principal da sua propaganda idealista que consistiu ainda no envio de mais nove missões com o nome Sputnik.

Figura 4: Sputnik 1



Fonte: Winter e Melo, 2007

Em 1960, em órbita veio desencadear a corrida espacial pelas soluções tecnológicas. Os Estados Unidos da América foram o primeiro país a utilizar satélites para efeitos de comunicação à longa distância, em 26 de julho de 1963, para fins militares um projeto desenvolvido em conjunto com o Pentágono. Breve este recurso seria aplicado às comunicações telefônicas públicas, como forma de aliviar a carga das redes terrestres que começavam então a dar os primeiros sinais de congestionamento. A partir de então entramos na nova era humana a era da informação em tempo real, podemos relembrar de uma simples notícia ou um fato como um jogo de futebol na copa do mundo as TVs montam uma verdadeira operação de guerra, que envolviam centenas de profissionais, pois o jogo era gravado em fitas VHS e visualizado por parte da sociedade muitas vezes três dias após os jogos. O sistema brasileiro de televisão se modernizou a partir do ano 60. A Copa do Mundo de Futebol de 1970 foi transmitida para o Brasil através de satélites, isso permitiu o acompanhamento em tempo real de

eventos de toda natureza e a transmissão simultânea em todo o país de noticiários e de espetáculos no mundo moderno.

Barros (2015) evidencia que após o primeiro passo para elaboração, fabricação e estudo para desenvolver novas funções do satélite, perceberam-se as inúmeras colaborações que esse meio tecnológico ajudaria para desenvolver o mundo de forma regional e local com as seguintes aplicações nas Comunicações: comunicações fixas, difusão (BSS, *Broadcasting Satellite Service*), nas comunicações móveis (MSS, *Mobile Satellite Service*) na navegação, na qual se tem o posicionamento através GPS, *Global Positioning System*/ Sistema de Posicionamento Global, na observação da terra e atmosfera, meteorologia, detecção remota, militares com a espionagem. Todas essas aplicações dos satélites revelam ser de suma importância, pois a sua grande capacidade de cobertura permite atingir zonas ou áreas no planeta que são de difícil acesso, caso se utilizasse meios terrestres e até mesmo aéreos.

2 Metodologia

O método adotado para o desenvolvimento do trabalho é a pesquisa aplicada, explicativa e descritiva com abordagem quantitativa.

A pesquisa aplicada tem como objetivo gerar resultados a partir de dados coletados em campo por meio de questionário que facilitam consequentemente a prospecção dos respectivos dados. As pesquisas de natureza aplicada destacam complexidades metodológicas e éticas relativamente altas, por isso a prática de pesquisas aplicadas, geralmente estão ligadas ao ensino superior e à pós-graduação.

De acordo com Barros e Lehfeld (2000), a pesquisa aplicada tem como motivação a necessidade de produzir conhecimento para aplicação de seus resultados, com o objetivo de “contribuir para fins práticos, visando à solução mais ou menos imediata do problema encontrado na realidade”. Para a realização da pesquisa serão utilizados livros, artigos, sites e o questionário aplicado a estudantes de engenharia.

O desenvolvimento desse trabalho relaciona-se com o conhecimento dos estudantes de engenharia e o software ArcGis demonstrando as respectivas universidades que aplicam disciplinas relacionadas ao geoprocessamento e sensoriamento remoto caracterizando assim, um estudo descritivo e explicativo.

Na pesquisa descritiva realiza-se o estudo, a análise, o registro e a interpretação dos fatos do mundo físico sem a interferência do pesquisador. São exemplos de pesquisa descritiva as pesquisas mercadológicas e de opinião (Barros e Lehfeld, 2007). Nesse tipo de pesquisa não pode existir a interferência do pesquisador, que deverá apenas investigar a frequência com que o fenômeno decorre ou como se estrutura e funciona um sistema, método, processo ou realidade operacional.

A pesquisa explicativa registra fatos, analisa-os, interpreta-os e identifica suas causas. Essa prática visa ampliar generalizações, definir leis mais amplas, estruturar e definir modelos teóricos, relacionar hipóteses em uma visão mais unitária do universo ou âmbito produtivo em geral e gerar hipóteses ou ideias por força de dedução lógica (Lakatos e Marconi, 2011).

A pesquisa explicativa exige maior foco em composição, teorização e reflexão a partir do objeto de estudo objetiva identificar os fatores que contribuem para a ocorrência dos fenômenos ou variáveis que afetam o processo ou sistema. Ressalta a essência das coisas.

Os procedimentos técnicos utilizados no trabalho foram o levantamento bibliográfico, documental e levantamento (survey).

O levantamento (survey) foi feito por meio de um questionário impresso e online aplicado aos alunos dos cursos de Engenharia de Minas e Engenharia Ambiental. Um dos requisitos para a aplicação do questionário, é que os participantes deveriam estar no mínimo no sexto período dos cursos. O questionário é anônimo, simples e objetivo, com foco quantitativo para representar o conhecimento de alunos de engenharia na plataforma ArcGis, abordando dados como idade, sexo, curso, conhecimento sobre a plataforma antes da faculdade, softwares aplicados ao geoprocessamento e extensões mais utilizadas.

A coleta de dados utilizando o questionário foi feita entre os meses junho e dezembro, com alunos da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado de Minas Gerais UEMG campus João Monlevade. Todos os dados coletados foram convertidos em gráficos e tabelas, para assim facilitar e agilizar a interpretação e apresentação destes.

3 Geoprocessamento

Geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e

Regional. As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de *Sistemas de Informação Geográfica (GIS)*, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos. (CÂMARA; DAVIS, 2001)

O geoprocessamento pode ser caracterizado como a junção de tecnologias de informática, sensoriamento remoto e mapeamento, utilizando de cada uma dessas tecnologias para simplificar o processamento e disseminação dos dados coletados para a sociedade.

Em um país como o Brasil, com uma extensa dimensão continental e uma grande carência de informações adequadas para a tomada de decisão sobre os problemas urbanos, rurais e ambientais, o geoprocessamento apresenta um enorme potencial, principalmente se baseado em tecnologias de custo relativamente baixo, em que o conhecimento seja adquirido localmente (CÂMARA; DAVIS, 2001).

3.1 História do Geoprocessamento

Os primeiros Sistemas de Informação Geográfica surgiram no Canadá, na década de 60, como parte de um programa governamental para criar um inventário de recursos naturais. Mas estes sistemas eram muito complicados de se usarem, pois não existiam monitores gráficos de alta resolução, os computadores excessivamente caros e a mão de obra como tinha que ser altamente especializada era caríssima. (CÂMARA; DAVIS, 2001)

Já ao longo dos anos 70 foram desenvolvidos novos e mais acessíveis recursos de hardware, tomando viável o desenvolvimento de sistemas comerciais. Foi quando a expressão *Geographic Information System* (Sistemas de Informação Geográfica) foi criada. E posteriormente que começaram a surgir os primeiros sistemas comerciais CAD (Projeto Assistido por Computador), que melhoraram em muito as condições para a produção de desenhos e plantas para a engenharia, e serviram de base para os primeiros sistemas de cartografia automatizada. No entanto, devido aos custos e ao fato destes proto-sistemas ainda utilizarem exclusivamente computadores de grande porte, apenas grandes organizações tinham acesso à tecnologia. (CÂMARA; DAVIS, 2001)

CÂMARA e DAVIS (2001) ressaltam a década de 80, como época em que a tecnologia de sistemas de informação geográfica inicia um período de acelerado crescimento até os dias de hoje. Até então, limitados pelo alto custo do hardware e pela pouca quantidade de pesquisa específica sobre o tema, os Sistemas de Informação Geográfica SIG se beneficiaram grandemente da massificação causada pelos avanços da microinformática e do estabelecimento de centros de estudos sobre o assunto. Nos Estados Unidos da América - EUA, a criação dos centros de pesquisa que formam o NCGIA - National Centre for Geographical Information and Analysis (NCGIA, 1989)

marca o estabelecimento do Geoprocessamento como disciplina científica independente.

No decorrer dos anos 80, com a grande popularização e barateamento das estações de trabalho gráficas, além do surgimento e evolução dos computadores pessoais e dos sistemas gerenciadores de bancos de dados relacionais, ocorreu uma grande difusão do uso dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG). A incorporação de muitas funções de análise espacial proporcionou também um alargamento do leque de aplicações de SIG. Na década atual, observa-se um grande crescimento do ritmo de penetração do SIG nas organizações, sempre alavancado pelos custos decrescentes do hardware e do software, e também pelo surgimento de alternativas menos custosas para a construção de bases de dados geográficas (CÂMARA; DAVIS, 2001).

4 ArcGis

As técnicas de geoprocessamento aplicadas em software de Sistemas de Informação Geográfica, como a plataforma ESRI ArcGIS, são utilizadas para a elaboração de bancos de dados geoespaciais. Para a confecção de um banco de dados geoespacial a metodologia aplicada aborda três etapas iniciais e fundamentais: levantamento, tratamento e análise das informações figura 7.

Figura 7 – Etapas para a criação do banco de dados espaciais

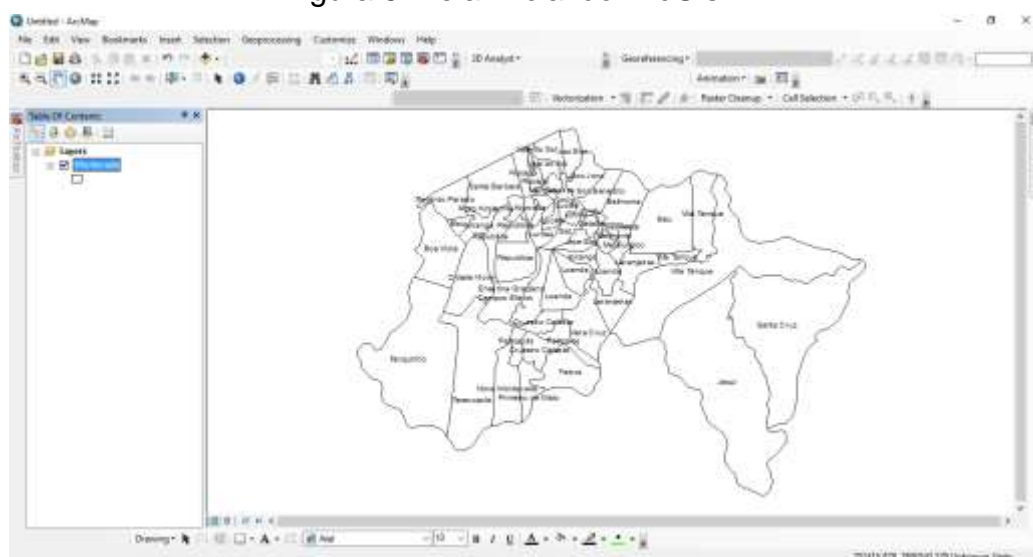


Fonte: Vieira, 2010.

O ArcGIS é um pacote de softwares da empresa ESRI (Environmental Systems Research Institute) de elaboração e manipulação de informações vetoriais e matriciais para o uso e gerenciamento de bases temáticas. O ArcGIS disponibiliza em um ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) uma gama de ferramentas de forma integrada e de fácil utilização. Dentro do ArcGIS temos o ArcMap, comumente chamado de ArcGIS, este é o desktop GIS do pacote, um software de interface gráfica e amigável, que permite a sobreposição de planos de informação vetoriais e matriciais, além de objetos gráficos, fontes (letras) e figuras, com a finalidade de mapeamento temático. Também permite pesquisas e análises espaciais, criação e edição de dados, padronização e impressão de mapas.

Segundo Santos, 2009, o Arc Catalog, disponibiliza ferramentas para a exploração, armazenamento, pesquisa e gerenciamento de dados, criação e preenchimento de metadados e por fim, o ArcToolBox, que agiliza a busca das ferramentas de geoprocessamento (geoprocessing) e rotinas (scripts), fornecendo num único ambiente a busca e a execução de comandos. As ferramentas de geoprocessamento estão organizadas em toolboxes (caixas de ferramentas) e toolsets (série de ferramentas) dentro de ArcToolbox e podem ser usadas individualmente ou em combinação de ferramentas e scripts2. (SANTOS, 2009).

Figura 8: Tela Inicial do ArcGis.



Fonte: pesquisa aplicada (2016)

Sendo um programa voltado ao público mais técnico, alguns conhecimentos básicos de geografia, cartografia, banco de dados, sensoriamento remoto e geoprocessamento e CAD é desejável, o que facilita sobremaneira o aprendizado do software. Dada a interdisciplinaridade da ferramenta SIG, dificilmente se encontrar profissionais com este perfil tão amplo, mas o que não inviabiliza o aprendizado do software, mas limita seu entendimento pleno (SANTOS, 2009)

Boa parte dos manuais e tutoriais estão em inglês, e a partir disso muitos autores, professores e profissionais que utilizam a plataforma ArcGis confeccionam e disponibilizam tutoriais em português. Dessa forma o conhecimento do software pode ser disseminado de forma mais simples e eficaz para aqueles que pretendem utilizá-lo ou encontra dificuldades em algumas ferramentas disponíveis.

Logo abaixo será representado um tutorial sobre as principais barras de ferramentas do ArcGis, sendo este material preparado pelo professor Santos para a disciplina de CARTOGRAFIA E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS,

5 Resultados e discussões da pesquisa

De acordo com o levantamento feito via questionário e documental, foi possível adquirir dados quantitativos sobre o conhecimento do software ArcGis, que é o objetivo principal da pesquisa, como também foi possível notar o conhecimento em outros softwares. Por meio de análise da estrutura curricular das universidades que oferecem o curso de engenharia de minas no estado de Minas Gerais Tabela 1, pode-se evidenciar as universidades que oferecem disciplinas relativas ao geoprocessamento e sensoriamento remoto.

Tabela 1 – Universidades que possuem disciplinas relativas ao geoprocessamento

Curso	Privado/ Público	Instituição	Cidade	Est ado	Matéria relativa a Geoprocessamento
ENGENHARIA DE MINAS	Federal	UFOP	Ouro Preto	MG	Não
ENGENHARIA DE MINAS	Federal	UFMG	Belo Horizonte	MG	Sensoriamento Remoto Aplicado na Mineração
ENGENHARIA DE MINAS	Privada	Faculdade Presidente Antônio Carlos de Conselheiro Lafaiete	Conselheiro Lafaiete	MG	Não

ENGENHARIA DE MINAS	Privada	Faculdade Kennedy de Belo Horizonte	Belo Horizonte	MG	Não
ENGENHARIA DE MINAS	Estadual	UEMG - Universidade do Estado de Minas Gerais/ Faenge	João Monlevade	MG	Geoprocessamento
ENGENHARIA DE MINAS	Privada	FINOM - Faculdade do Noroeste de Minas	Paracatu	MG	Não
ENGENHARIA DE MINAS	Privada	ADJETIVO-CETEP - FACULDADE ADJETIVO CETEP	Mariana	MG	Não
ENGENHARIA DE MINAS	Privada	FIP-MOC - FACULDADES INTEGRADAS PITÁGORAS	Montes Claros	MG	Geoprocessamento
ENGENHARIA DE MINAS	Federal	UNIFAL-MG - UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS / Poços de Caldas	Poços de Caldas	MG	Não
ENGENHARIA DE MINAS	Privada	FPAS - FACULDADE PITÁGORAS DE BELO HORIZONTE	Belo Horizonte	MG	Não
ENGENHARIA DE MINAS	Privada	FPI - FACULDADE PITÁGORAS DE IPATINGA	Ipatinga	MG	Não
ENGENHARIA DE MINAS	Federal	UFVJM - UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI	Diamantina	MG	Ainda não tem turmas- sem informações até o momento
ENGENHARIA DE MINAS	Privada	FACULDADE PITÁGORAS DE Governador Valadares	Governador Valadares	MG	Não
ENGENHARIA DE MINAS	Federal	CEFET/MG - Campus Araxá	Araxá	MG	Georreferenciamento Aplicado à Lavra (Optativa)
ENGENHARIA DE MINAS	Privada	UNIBH	Belo Horizonte	MG	Geoprocessamento

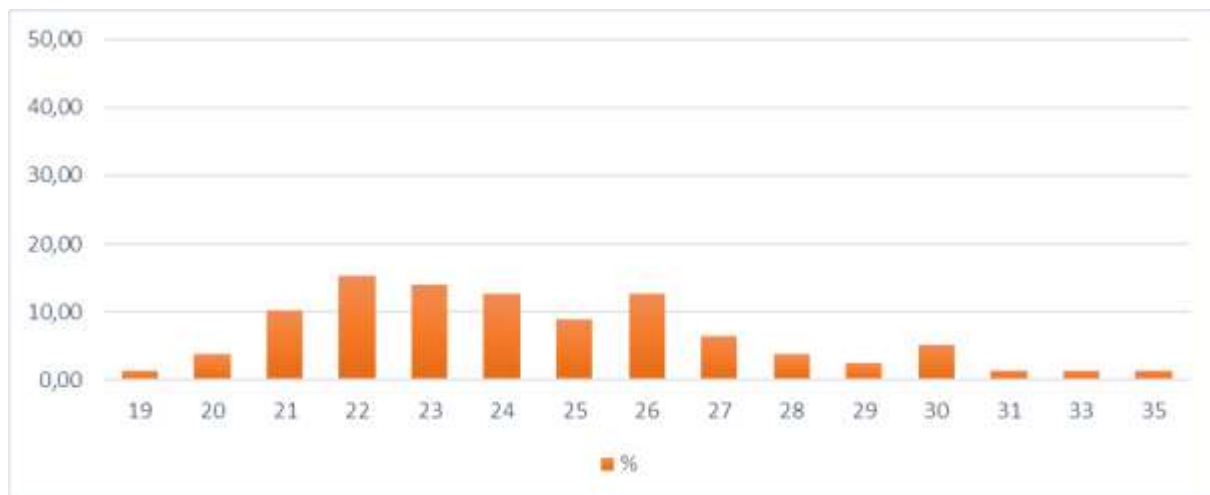
Fonte: Pesquisa Aplicada 2016.

Pelos dados apresentados na tabela acima, nota-se que das quinze instituições de ensino, sendo federais, estaduais e privadas, apenas seis possuem disciplinas relacionadas ao geoprocessamento, sendo a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) que oferece Sensoriamento Aplicado na Mineração em Belo Horizonte Minas Geral, Universidade do Estado de Minas Gerais campus João Monlevade (UEMG/FAENGE) que oferece Geoprocessamento, FIP-MOC – Faculdades Integradas Pitágoras que oferece Geoprocessamento em Montes Claros Minas Gerais, UFVJM - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri em Diamantinas Minas Gerais, CEFET/MG - Campus Araxá oferecendo Geoprocessamento Aplicado a Lavra, e UNIBH oferecendo Geoprocessamento em Belo Horizonte Minas Gerais.

Desta forma, foi feita a pesquisa aplicada para quantificar o conhecimento dos alunos de engenharia da Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado de Minas Gerais em relação software ArcGis, como também de outros softwares como o AutoCad, ENVI, QGIS, GPS TrackMaker, GvSig e Spring.

Foram coletadas setenta e nove respostas de participantes, os dados obtidos na pesquisa foram convertidos em gráficos, para assim facilitar o manuseio e interpretação, e transmitir de forma clara e objetiva os resultados gerados. As idades dos participantes da pesquisa encontram-se no Gráfico 1.

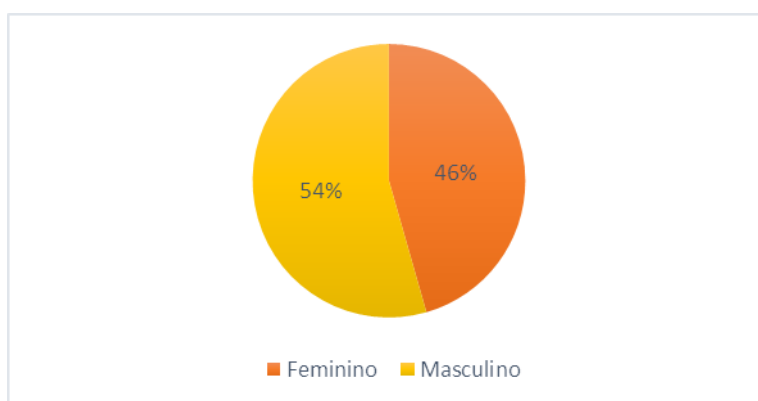
Gráfico 1 – Idade dos participantes



Fonte: Pesquisa Aplicada 2016.

Analisando o gráfico de idades, percebe-se que os participantes estão em uma faixa etária que varia de dezenove a trinta e cinco anos. No entanto, a maioria dos participantes está entre vinte e um, a vinte e seis anos, e que muitos destes estão entre o terceiro e quinto ano de seus respectivos cursos de engenharia. O Gráfico 2 descreve o sexo dos participantes.

Gráfico 2 – Sexo dos participantes



Fonte: Pesquisa aplicada, 2016.

O maior número de respostas de pessoas do sexo masculino à pesquisa não representa a proporção real de alunos na universidade, uma vez que a pesquisa foi realizada de forma aleatória, buscando discutir diretamente os dados obtidos e evitando assim generalizá-los.

O Gráfico 3 expõe a distribuição da graduação dos participantes.

Gráfico 3 – Graduação dos participantes



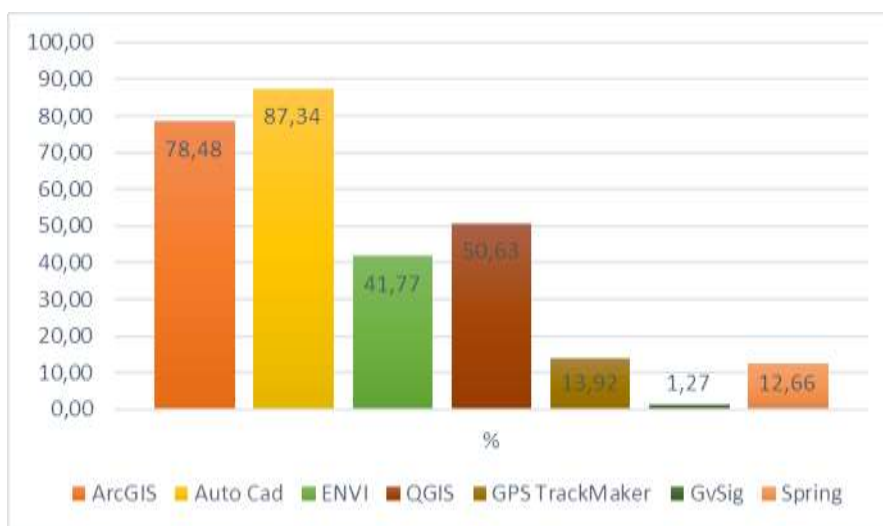
Fonte: Pesquisa aplicada, 2016.

De acordo com o gráfico, 3% dos participantes cursam engenharia metalúrgica, 4% cursam engenharia civil, 34% engenharia ambiental e 59% engenharia de minas.

Pelo resultado apresentado pode-se notar que houve maior número de respostas por graduandos em engenharia de minas, não sendo um foco principal na pesquisa, mas tendo a devida atenção para não sair da titulação principal do trabalho. Considerando que na área da mineração há um campo enorme para a utilização de softwares de geoprocessamento e modelamento, estes estudantes são possíveis utilizadores do software ArcGis em suas futuras profissões.

O Gráfico 4, ressalta os softwares mais conhecidos pelos alunos, de acordo com a vida acadêmica ou profissional, seja por contato frequente ou esporádico com o programa.

Gráfico 4 – Softwares conhecidos



Fonte: Pesquisa aplicada, 2016.

O software mais conhecido pelos participantes é o AutoCad, com 87,34%. Em seguida vem o ArcGis com 78,48%, QGIS com 50,63%, e ENVI com 41,77%. A grande porcentagem do AutoCad, deve-se ao contato dos alunos com o software na fase inicial dos cursos de engenharia, tendo em vista que todos os cursos de engenharia oferecidos pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Estado de Minas Gerais, tem em sua grade curricular a disciplina Desenho Técnico, que em sua ementa tem a

apresentação, introdução e funções básicas do AutoCad para os alunos matriculados. Já o software ArcGis é introduzido aos alunos a partir do sexto período por meio do Geoprocessamento como disciplina obrigatória da grade curricular dos cursos de engenharias de minas e ambiental. Contudo, para os alunos de engenharia civil a disciplina é optativa, e para os alunos de engenharia metalúrgica a disciplina não consta como disciplina obrigatória.

Os softwares aplicáveis ao geoprocessamento como o QGIS e ENVI são apresentados aos alunos por meio das aulas de geoprocessamento, entendendo de forma breve e objetiva suas diferenças e principais características. Assim também o GPS TrackMaker é uma das formas de obtenção de dados para serem inseridos nestes softwares e processados de acordo com a necessidade do usuário. No entanto este não é abordado na disciplina.

O conhecimento do software ArcGis pelos participantes apresenta-se no Gráfico 5.

Gráfico 5 – Conhecimento do software antes da faculdade.



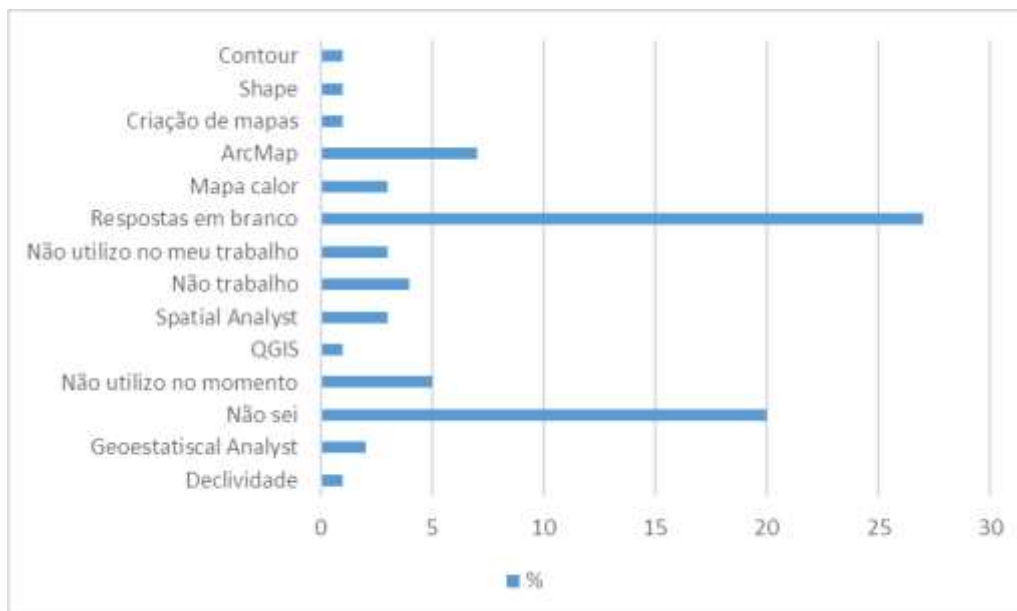
Fonte: Pesquisa aplicada, 2016.

Como foi mostrado no gráfico, 87% dos alunos de engenharia não conheciam o ArcGis antes de iniciar sua vida acadêmica ou profissional, considerando que grande parte dos alunos tomaram conhecimento do software por meio da disciplina Geoprocessamento, e os demais por meio de cursos.

Há também a porcentagem de participantes que são profissionais e utilizam o ArcGis em seu ambiente de trabalho, tendo a devida orientação e treinamento para operar de forma correta e precisa o software de acordo com a necessidade dos trabalhos.

O Gráfico 6 denota as principais extensões que os participantes mais utilizam em ambiente acadêmico e profissional.

Gráfico 6 – Extensão mais utilizadas

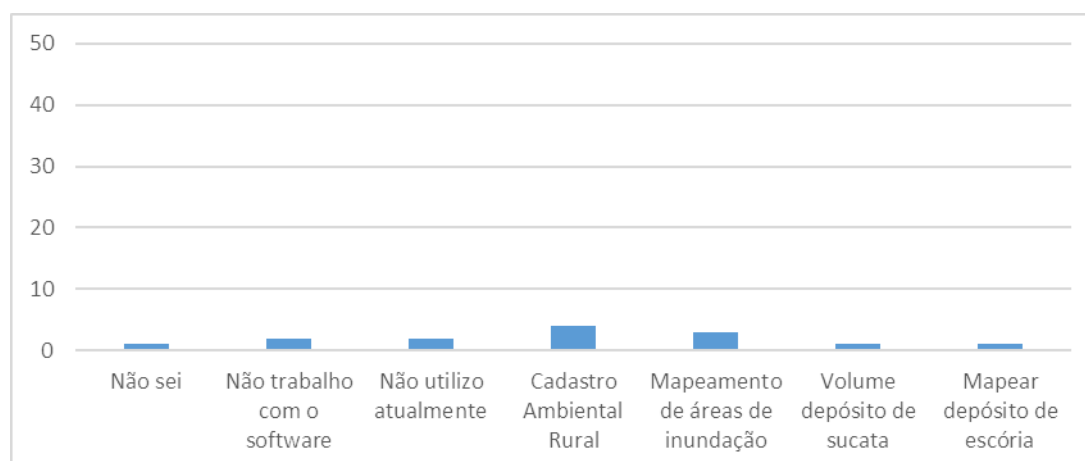


Fonte: Pesquisa aplicada, 2016.

Analisando-se o gráfico anterior, nota-se uma alta porcentagem de respostas em branco e respostas como “Não sei”. Porém, pelos resultados é possível visualizar as diferentes extensões utilizadas pelos participantes, e isso pode ser explicado pelo fato do software ArcGis ter diferentes extensões. Cada extensão tem o propósito de realizar um tipo de trabalho da forma mais objetiva e eficaz, de acordo com a necessidade e a tarefa requerida pelo usuário.

Como o software com as suas extensões atende diferentes tipos de trabalhos em diversas áreas na engenharia, o tópico do questionário que aborda as possíveis aplicações do ArcGis no ramo de formação do participante, foi dividido em quatro gráficos separados em aplicações em outras áreas da engenharia e aplicação na mineração. O Gráfico 7 mostra as aplicações em distintos ambientes de trabalho.

Gráfico 7 – Aplicações em Outras áreas da engenharia



Fonte: Pesquisa aplicada, 2016.

Como pode ser visto pelas respostas dos participantes há diversas aplicações para o ArcGis, algumas destas pouco difundidas em ambientes acadêmicos, como por exemplo os trabalhos para mapear volumes de deposições em proporções industriais

e cadastro ambiental rural, que nos dias atuais é obrigatório a todos os proprietários rurais a realização desse cadastramento junto ao Ministério do Meio Ambiente. Os próximos gráficos relacionam as aplicações sugeridas pelos participantes da pesquisa com a possível aplicação na mineração. O Gráfico 8 faz a relação das aplicações com a fase inicial de uma mina, desde a demarcação de áreas até os cálculos de reservas e recursos.

Gráfico 8 – Fases iniciais da abertura de um empreendimento mineiro

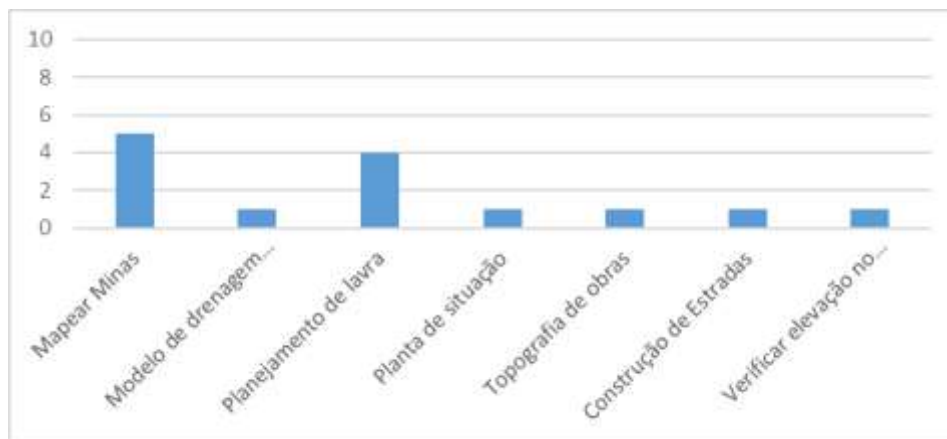


Fonte: Pesquisa aplicada, 2016.

Nas fases iniciais da abertura de uma mina, o ArcGis tem uma ampla aplicação, iniciando no levantamento de áreas livres para pesquisa mineral que é disponibilizado em shape pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), para analisar as áreas livre de acordo com a substância mineral pretendida. Na sequência é feito todo o levantamento cartográfico da área, elevação, topografia com as curvas de nível, análise geral da área para a confecção das vias de acessos para os trabalhos iniciais de levantamento em campo.

É importante ressaltar o levantamento dos recursos hídricos e das nascentes de toda a área, o levantamento geológico, geo estatístico e finalmente o fechamento dos relatórios com os cálculos de reservas e recursos. Toda esta etapa do processo tem como finalidade gerar resultados finais para análise e tomada de decisão pelos profissionais competentes para a viabilidade da abertura do empreendimento. A segunda fase do processo foi demonstrada pelas aplicações sugeridas pelos participantes apresentada no Gráfico 9.

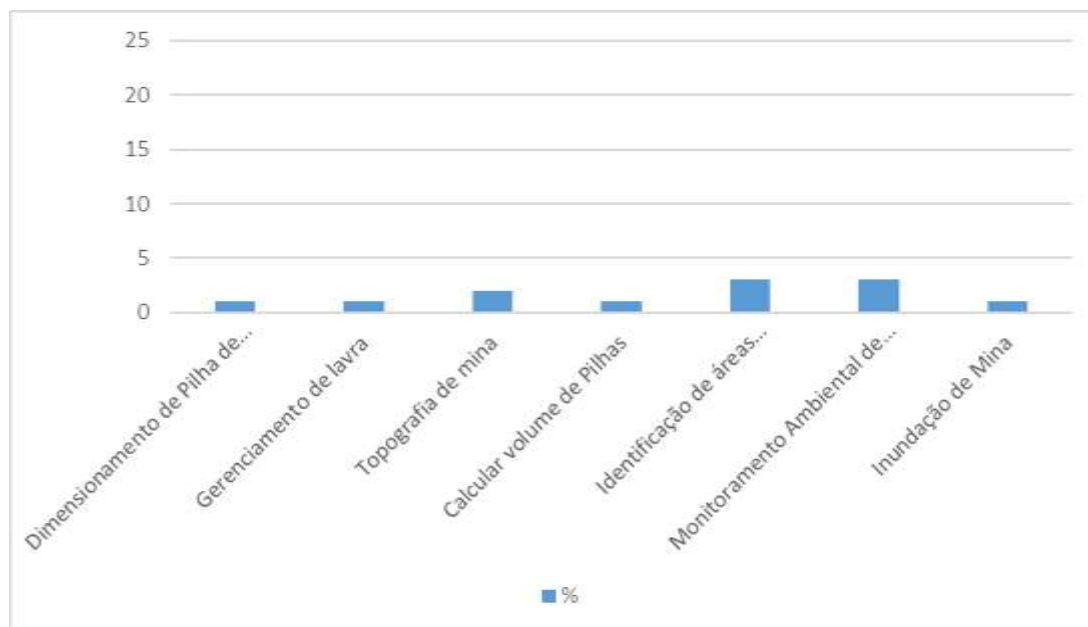
Gráfico 9 – Abertura e desenvolvimento



Fonte: Pesquisa aplicada, 2016.

Na fase de abertura e desenvolvimento de uma mina, diversos serviços devem ser realizados. Tais serviços podem ser descritos como um “cérebro” do empreendimento, e são essenciais ao decorrer da vida produtiva da mina. Os trabalhos como planejamento de lavra, topografia das obras referentes às instalações fixas, modelamento das frentes de lavra, construção de estradas e acessos internos e externos, ainda exaltando o modelo de drenagem de mina que entra juntamente com o planejamento de lavra para dimensionar o escoamento de águas em uma mina. A última fase descrita Gráfico 10 representa uma mina em pleno funcionamento, com todo o sequenciamento operacional.

Gráfico 10 – Mina em funcionamento



Fonte: Pesquisa aplicada, 2016.

Em uma mina em operação há inúmeros trabalhos que podem ser realizados com o auxílio do ArcGis, como o gerenciamento da área total da empresa, topografia de mina, cálculo e dimensionamento de volumes de pilhas de deposição, riscos de inundação, caracterização de lençol freático, entre outros. Muitas aplicações ocorrem em toda a vida útil de uma mina, desde a pesquisa até o fechamento. Essas

aplicações são simultâneas com alguns outros trabalhos, justamente por facilitar a interpretação final dos resultados por um gestor responsável pelas decisões estratégicas da organização.

6 Considerações Finais

De acordo com a pesquisa bibliográfica e com os estudos feitos, foi possível abordar de forma breve e objetiva a trajetória do Sistema de Informação Geográfica (SIG), desde as suas primeiras aplicações até sua evolução, sendo nos dias atuais uma promissora ferramenta de múltiplas aplicações em diversas áreas de trabalho em nossa sociedade. Como o principal foco do trabalho foi relacionar o software de geoprocessamento com a mineração, utilizando junto com o levantamento bibliográfico, um questionário aplicado aos estudantes de engenharia, ficou evidente que o ArcGis aceita diferentes tipos de trabalho, através de suas extensões. As extensões dão certo tipo de “liberdade”, onde o usuário irá adequar às ferramentas do software de acordo com sua necessidade.

Apesar de o questionário ser anônimo, simples e objetivo, os dados levantados foram de extrema importância para quantificar o conhecimento dos alunos de engenharia em relação ao software ArcGis, sendo este uma ótima ferramenta de trabalho para um engenheiro de minas, isso se utilizado de forma correta e com a extensão mais adequada para a atividade. A plataforma ArcGis pode ser aplicada desde as fases iniciais de um empreendimento mineiro, assim como em toda sua vida útil, até o fechamento de mina, isso se explica na mineração, pelo fato de haver trabalhos simultâneos usando este tipo de software, que possui grande capacidade de processamento de dados inseridos pelos usuários e também facilitar a interpretação dos resultados finais para um gestor.

Depois de analisar todo o estudo é seguro dizer que os estudantes de engenharia que tem um bom conhecimento ou domínio total do software ArcGis, tendem a ter um diferencial em relação aos alunos que não possuem esse conhecimento, pois dependendo da vaga de emprego ou área de pretensão para atuação profissional este software é uma ótima opção para otimização de tarefas, processos, áreas ou espaços.

Referências

BARROS, Adriano José de. **Geotecnologias, Ensino Médio E Desenvolvimento Local: Desafios Para O Ensino De Geografia**. Dissertação (Mestrado) – Centro Universitário UNA, 2015. Programa de Pós-graduação em Gestão Social, Educação e Desenvolvimento Local. Disponível em: <http://www.mestradoemgsedl.com.br/wp-content/uploads/2016/03/Adriano-Jos%C3%A9-de-Barros.pdf>. Acesso em: 10 Out. 2016

BARROS, A. J. S. e LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de Metodologia: Um Guia para a Iniciação Científica**. 2 Ed. São Paulo: Makron Books, 2000. Acesso em: 02 Ago. 2016

Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, A.M.; D'Alge, J.C. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos, INPE, 2001 (on-line, 2a. edição, revista e ampliada). Acesso em: 03 Ago. 2016

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Ministério de Minas Energia-Secretaria de geologia, Mineração e Transformação Mineral**. Brasília, 2006. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> Acesso em: 03 Ago.

CUMBE, Raul Afonso; CANDEIAS, Ana Lúcia B. **Uso De Python E ArcGis na Avaliação da Acessibilidade Das Populações Rurais ao Ensino Básico - Caso Do Distrito De Chicualacuala**. Pernambuco, 2014. Disponível em: <https://www.ufpe.br/geodesia/images/simgeo/papers/83-562-1-PB.pdf>

Acesso em: 15 out. 2016

DEUS, Leandro Andrei Beser, NASCIMENTO, José Antonio Sena Do. **Desafio Da Sustentabilidade Da Mineração Na Amazônia - O Geoprocessamento Como Instrumento De Análise**. CETEM, Centro de Tecnologia Mineral, Rio de Janeiro, 2001. Acesso em: 14 Nov. 2016.

DNPM, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL, **Sumário Mineral 2015**, Disponível em: <http://www.dnmp.gov.br/>
Acesso em: 15 Out. 2016.

ESRI. **ArcGIS Desktop Help. ArcScene 3D display environment**. 2016. Disponível em: www.esri.com. Acesso em: 28 Ago. 2016.
FERREIRA, Nilson Clementino Ferreira. **Sistema De Informações Geográficas**. GOIÂNIA: CEFET- Goiás, 2006. Apostila.
Disponível em: http://www.faed.udesc.br/arquivos/id_submenu/1414/apostila_sig.pdf
Acesso em: 19 out. 2016

FIGUEIREDO, Divino. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**, 2005. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 05 Out. 2016

LEITE, F. C. L.; COSTA, S. **Repositórios Institucionais Como Ferramentas De Gestão Do Conhecimento Científico No Ambiente Acadêmico**. 2006 Acesso em: 30 Nov. 2016

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011. Acesso em: 09 Nov. 2016

PIMENTEL, Jorge, JACQUES, Patricia Düringer. **GPS na Mineração**. Revista Mundo Geo, 2004. Acesso em: 30 Nov. 2016

SANTOS, Renato P. **Introdução ao ARCGIS: Conceitos e Comandos**. Paraná, 2009. Apostila. Acesso em: 13 Ago. 2016

STEFEN, Carlos Alberto. **Introdução Ao Sensoriamento Remoto**. São Paulo. Disponível em: <http://www.inpe.br>. Acesso em: 14 de Ago. 2016

Rudorff, B.F.T., G.T. Batista, **Yield Estimation Of Sugarcane Based On Agrometeorological-Spectral Models, Remote Sensing of Environment**, 1990.
Disponível em: <http://www.inpe.br/>
Acesso em: 21 de Nov. 2016

VASCONCELLOS, Ricardo Moacyr, BRANCO, Paulo Cesar de Azevedo. **Geoprocessamento na Mineração Brasileira**. Revista Mundo Geo, 2004. Acesso em: 10 Ago. 2016

VIEIRA, Gersonito e Outros. **Desenvolvimento do Geoprocessamento no Fechamento de Mina**. IN 15º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL. RS, 2015. Disponível em: <http://www.abge.org.br/cbge2015>. Acesso em: 05 Set. 2016

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL PORTARIA Nº 237, DE 18 DE OUTUBRO DE 2001. **Normas Reguladoras de Mineração – NRM**, Art. 97 do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967.
Disponível em: <http://www.dnmp.gov.br/> Acesso em: 01 Dez. 2016.