

Georreferenciamento aplicado ao estudo de destinação de resíduos de lavras de rochas graníticas no município de Barra de São Francisco-ES

Georeferencing applied to the study of the destination of granite rock mining waste in the municipality of Barra de São Francisco-ES

DOI:10.34117/bjdv6n12-346

Recebimento dos originais: 30/11/2020

Aceitação para publicação: 15/12/2020

Alessandra Savazzini Reis

Doutora em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela Universidade de São Paulo Instituição:
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES Campus Vitória
Endereço: Av. Vitória, 1729, Jucutuquara, CEP 29040-780 – Vitória - ES, Brasil
E-mail: alessandrar@ifes.edu.br

Fábio da Silveira Castro

Doutor em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES Campus Colatina
Endereço: Av. Arino Gomes Leal – nº 1700, Santa Margarida, CEP 29700-660 - Colatina - ES, Brasil
E-mail: fabiosilveira@ifes.edu.br

Karla Fadini Fiorot Bussular

Mestra em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Espírito Santo
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES Campus Colatina
Endereço: Av. Arino Gomes Leal – nº 1700, Santa Margarida, CEP 29700-660 - Colatina - ES, Brasil
E-mail: karlafiorot@ifes.edu.br

Bruno da Silva Assis

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Espírito Santo
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES Campus Colatina
Endereço: Av. Arino Gomes Leal – nº 1700, Santa Margarida, CEP 29700-660 - Colatina - ES, Brasil
E-mail: brunoassis@ifes.edu.br

André Pinto dos Santos

Graduando do curso Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES Campus Colatina
Endereço: Av. Arino Gomes Leal – nº 1700, Santa Margarida, CEP 29700-660 - Colatina - ES, Brasil
E-mail: ssnt.andre@gmail.com

Renata Cristina Rodrigues da Silva

Graduanda do curso Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES Campus Colatina
Endereço: Av. Arino Gomes Leal – N 01700, Santa Margarida, CEP 29700-660 - Colatina - ES, Brasil
E-mail: renatarodrigues260198@gmail.com

RESUMO

O estado do Espírito Santo é o principal responsável pelas atividades da cadeia produtiva nacional de rochas, contemplando jazidas e pedreiras dos mais diferentes tipos de mármore e granitos, contribuindo com 72% das exportações de rochas brasileiras em 2018. A intensa atividade de mineração nas lavras gera uma elevada quantidade de resíduos de rochas, que são dispostos, na maioria dos casos sem o devido tratamento e cuidado necessário, sendo assim, há a necessidade de propor um destino ambientalmente correto para todo esse resíduo. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo de resíduos provenientes das lavras de rochas graníticas localizadas no município de Barra de São Francisco-ES considerando o período dos anos de 2017 e 2018. Para tal estudo foi elaborado um banco de dados com informações provenientes do IEMA-ES, ANM-ES e também através de visitas técnicas a seis lavras. Para a elaboração dos mapas e do georreferenciamento dos dados utilizou-se o software de geoprocessamento ArcGis 10.5®. Foram gerados mapas georreferenciados com dados da produção de rocha aproveitável (ROM), geração de estéril e vendas das lavras ativas no município de Barra de São Francisco, que permitem entender melhor todo o processo de extração das rochas e geração dos resíduos, que servirá de base para tomada de decisões quanto ao aproveitamento e destinação final do estéril gerado nas lavras de rochas graníticas.

Palavras-chave: Lavras de rochas graníticas, banco de dados georreferenciado, rochas graníticas, resíduo de rocha ornamental, destinação.

ABSTRACT

The state of Espírito Santo is the main responsible for the activities of the national production chain of rocks, contemplating deposits and quarries of the most different types of marbles and granites, contributing with 72% of Brazilian rock exports in 2018. The intense mining activity in the mines it generates a high amount of rock waste, which is disposed, in most cases without the necessary treatment and necessary care, therefore, there is a need to propose an environmentally correct destination for all this waste. In view of this, the present work aims to carry out a study of residues from the mining of granite rocks located in the municipality of Barra de São Francisco-ES considering the period of the years 2017 and 2018. For such study, a database was elaborated with information from IEMA-ES, ANM-ES and also through technical visits to six mines. For the preparation of maps and data georeferencing, the ArcGis 10.5® geoprocessing software was used. Georeferenced maps were generated with data on usable rock production (ROM), generation of waste and sales of active mines in the municipality of Barra de São Francisco, which allow a better understanding of the entire process of extracting rocks and generating waste, which will serve as basis for making decisions regarding the use and final destination of the waste generated in the granite rock mining.

Key words: Granitic rock mining, georeferenced database, granitic rocks, Ornamental rock waste, destination.

1 INTRODUÇÃO

A Lei nº 12.305 de 2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil dispõe sobre as diretrizes da gestão integrada e sobre o gerenciamento de resíduos sólidos, incluídas as responsabilidades dos geradores e do poder público. Um dos objetivos da PNRS é a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada. (BRASIL, 2010).

A maioria das indústrias é fonte geradora de algum tipo de resíduo, o setor extrativista de mineração se insere nesse contexto de geração de resíduos, e ainda pode ocasionar impactos ambientais interferindo na qualidade da água, ar e solo, gerando poeira, ruído, vibração, desmatamento da vegetação, alteração de hábito da fauna local, transporte de cargas pesadas, entre outros problemas, dependendo do planejamento e do método de trabalho da lavra.

A indústria extrativista de exploração de rochas ornamentais gera resíduos desde a extração nas lavras até a fase do beneficiamento das rochas, sendo que a grande quantidade desses resíduos encontram-se na forma de blocos de rocha/casqueiros que são descartados do uso comercial e denominados de “estéril” ou de “estoque remanescente” dispostos nas próprias lavras; na forma de lama abrasiva proveniente do corte dos blocos em chapas; ou ainda o resíduo do tratamento superficial (polimento entre outros) e do recorte das chapas.

Por outro lado, a área de extração das rochas ornamentais é uma atividade exercida principalmente por pequenas e médias empresas, e se destaca pela grande capacidade de geração de empregos diretos e indiretos, por promover a interiorização do desenvolvimento e a captação de divisas para o país, incrementando na região o setor de indústria mecânica, comércio, serviços, e de setores de insumos para as lavras e beneficiadoras de rochas (VIDAL, et al. 2013).

Segundo dados da ABIROCHAS (2019), o Brasil produziu 4,7 milhões de toneladas de rochas processadas e desse total cerca de 2,2 milhões de toneladas foram exportadas para 120 países, em especial para os EUA, China e Itália. O estado do Espírito Santo possui as maiores reservas brasileiras de rochas carbonáticas (principalmente mármore) e de rochas silicáticas (principalmente granitos), e contribuiu em 2018 com 72% do total de volume físico exportado, o que resulta em elevada geração dos resíduos. A quantidade de resíduo do processamento das rochas gerada no país em 2018 foi de 3,26 milhões de toneladas.

O rejeito na forma de blocos de diversas dimensões que são descartados do processo de extração das lavras, por vezes denominado de “estéril”, são depositados em pilhas, tornando-se um passivo ambiental e modificando a paisagem no entorno da lavra. Esses resíduos são gerados na abertura da jazida e no desenvolvimento das bancadas (SARDOU FILHO R et al., 2013). Um dos fatores preocupantes é a forma que esses blocos são dispostos nas lavras, os mesmos são empilhados para o aproveitamento na construção das praças de trabalho e das vias de acesso na própria lavra. Outro fator é a condição de “ser inevitável” sua geração durante todo o processo de extração na lavra (PONTES et al., 2018) resultando em alto volume de resíduo e a ocupação de grandes áreas.

O percentual de resíduo gerado varia de 40% a 60% do total de produção de rocha na lavra segundo Zagoto (2016). Há casos, onde esse percentual chega a 60% fazendo com que o “ROM” (*run of mine*), que indica a produção de blocos aproveitáveis na lavra para comercialização, seja em torno

de 40% de todo o material extraído do maciço rochoso (produção in situ). Já, Vidal et al. (2013), constataram ser necessário extrair 30 m³ do maciço rochoso para se obter um bloco de 10 m³, que equivale a 330 m² de chapas, resultando em um percentual de resíduo de 67% na lavra. Este resíduo é caracterizado normalmente por blocos fora de padrão, irregulares e com defeitos, fragmentos de rocha, lascas de rochas e casqueiros do aparelhamento dos blocos, podendo ter utilização somente na produção de chapas ou ladrilhos de menor valor comercial.

Em estudo de 2013 para ordenamento e desenvolvimento sustentável da mineração de rochas ornamentais na região noroeste do ES, foi observada uma média de aproximadamente 20% de aproveitamento comercial da rocha extraída nas lavras, e em alguns casos o aproveitamento era de apenas 7% (Brasil, 2013). Com isso, é muito importante para o setor de rochas estudar alternativas técnicas viáveis para o aproveitamento dos resíduos gerados, e para tal é necessário conhecer o cenário atual nas lavras, quantificando e caracterizando os resíduos gerados, para então possibilitar propostas de beneficiamento ou aproveitamento mais adequado.

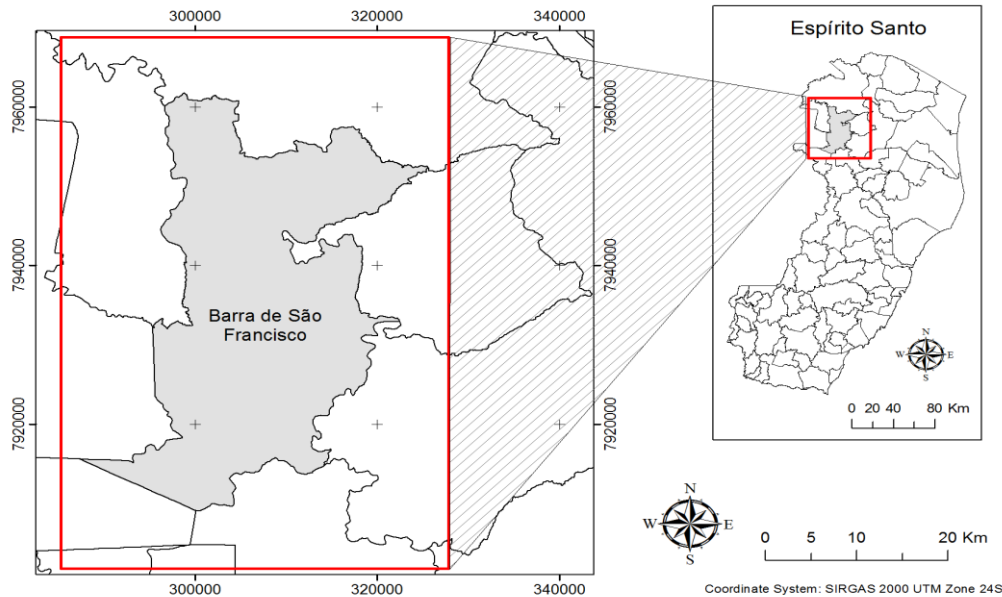
Mediante ao exposto, o presente trabalho tem por objetivo, elaborar um banco de dados consistente com a relação das lavras ativas e inativas, volumes de material extraído, comercializado e de resíduo gerado, através da organização e o registro das informações provenientes de dados oficiais do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do ES (IEMA-ES), da Agência Nacional de Mineração do ES (ANM-ES), fazer o georreferenciamento das lavras de granito ativas e inativas considerando o período dos anos de 2017 e 2018 para o município de Barra de São Francisco, localizado no estado do Espírito Santo. Todo esse estudo permitirá o conhecimento e a adoção de técnicas de reaproveitamento dos resíduos gerados no processo de extração das rochas, além de fornecer subsídios para a tomada de decisão sobre os resíduos gerados nas lavras.

2 METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área contemplada no presente estudo compreende as lavras de rochas graníticas localizadas no município de Barra de São Francisco-ES, situado entre as coordenadas UTM 286.192 m e 325.588 m do hemisfério Oeste, e 7.907.303 m e 7.964.174 m do hemisfério Sul. O município abrange uma área total de 945,50 km² e integra a Região Noroeste do estado do Espírito Santo, conforme na Figura 1.

Figura 1. Localização da área de estudo



Fonte: Autores.

2.2 AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DAS INFORMAÇÕES PARA A ELABORAÇÃO DA BASE DE DADOS E DOS MAPAS DA REGIÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para compor a base de dados e realizar o estudo foram consideradas somente as informações das empresas que estavam na fase atual de requerimento de lavra ou concessão de lavra, compreendidos no período de 2 anos (2017 e 2018). Esses dados referem-se ao CNPJ da empresa, número do processo registrado na ANM, coordenadas UTM da lavra, município de localização, material extraído, área da lavra, percentual de recuperação, quantidade produzida de bloco de rocha aproveitável “ROM” (*run of mine*) e quantidade vendida das rochas graníticas. A partir dos dados foi possível calcular a quantidade de produção bruta de rocha (extraído in situ) e de estéril (blocos descartados).

Todos os registros que constituíram a base de dados foram disponibilizados pela ANM-ES e pelo IEMA-ES, sendo criteriosamente analisados, de forma que informações duvidosas e outras situações encontradas para algumas localidades que poderiam ser fontes de erros foram corrigidas junto a equipe técnica da ANM e por meio de consultas dos processos (Figura 2) das empresas no endereço eletrônico <https://sistemas.anm.gov.br/scm/extra/site/admin/dadosprocesso.aspx>. Essa etapa foi de fundamental importância para a elaboração do banco de dados e verificações de possíveis inconsistências nas planilhas de dados.

Figura 2. Exemplo de consulta aos processos das empresas localizadas no município através do módulo administrativo do sistema da ANM



Fonte: Agência Nacional de Mineração (ANM), 2020.

Os dados geoespaciais com a representação gráfica das poligonais das áreas das lavras graníticas foram disponibilizados em estrutura vetorial no formato shapefile por meio do Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE) obtidos no endereço eletrônico <http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/>. De posse dos dados, foram delimitadas as lavras contidas na área de estudo para confecção dos mapas com auxílio do software de geoprocessamento ArcGis 10.5®.

Os dados geoespaciais na estrutura vetorial, tais como o limite administrativo do município da área de estudo, e os dados de estradas vicinais e rodovias que se encontravam no formato shapefile foram obtidos na base cartográfica do Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES) no endereço eletrônico <https://geobases.static.es.gov.br/minio/public/>.

Foram utilizados também como auxílio, os ortofotomosaicos do IEMA (Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos) produzidos no âmbito do Projeto Mapeamento ES 2012-2015 e disponível no endereço eletrônico <https://iema.es.gov.br/geomatica/shapes>. As imagens encontram-se na base de dados do GEOBASES, e apresentam pixels com resolução espacial de 25 cm x 25 cm, numa escala de 1:10.000, o que a torna de alta qualidade, permitindo assim uma maior visualização de detalhes dos objetos localizados na área de estudo. Foi utilizado o software ArcGis 10.5® para a realização da sobreposição nos ortofotomosaicos de todos os dados que se encontravam na estrutura vetorial no formato shapefile para a elaboração dos mapas.

Para realizar a espacialização e georreferenciamento da base de dados das lavras graníticas ativas e inativas do município de Barra de São Francisco, considerou-se uma escala anual de dados distribuídos em um período de 2 anos (2017-2018). As lavras graníticas ativas totalizaram 34, enquanto as inativas 32 dentro da área de estudo. Para a classificação das empresas com lavras inativas utilizou-se como critério aquelas que não apresentaram os dados do Relatório Anual de Lavra (RAL) dos anos

de 2017 e 2018, ou que se encontravam paralisadas ou com suspensão das atividades no período conforme dados provenientes das informações obtidas da ANM e do IEMA.

Todas as informações das lavras das empresas ativas foram espacializadas na forma de mapas temáticos por meio de um Sistema de Informações Geográficas através do módulo “*Spatial Analyst Tools*” do software ArcGis 10.5®. A etapa de georreferenciamento consistiu em referenciar todos os dados com base em sua localização geográfica, portanto todos os dados passaram a ter uma correspondência com a lavra que estava sendo representada. Assim, o banco de dados georreferenciado possibilitou as análises complexas das informações obtidas de cada lavra da área de estudo.

Logo após, foram atribuídas classes aos dados, sendo que as empresas que não informaram no Relatório Anual de Lavra (RAL) os seus dados de 2017 ou de 2018, ou esses dados estavam “zerados” foram classificadas como “sem dados”, no módulo “*ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Reclassify*” do ArcGis 10.5®.

Também foram realizadas visitas “in loco” em 6 lavras ativas pertencentes à área de estudo, o que possibilitou o conhecimento de todo o processo, assim como a avaliação dos formatos dos resíduos e forma de disposição dos mesmos.

2.3 PROCEDIMENTOS PARA A OBTENÇÃO DAS DISTÂNCIAS RODOVIÁRIAS ENTRE AS LAVRAS GRANÍTICAS ATIVAS DA ÁREA DE ESTUDO

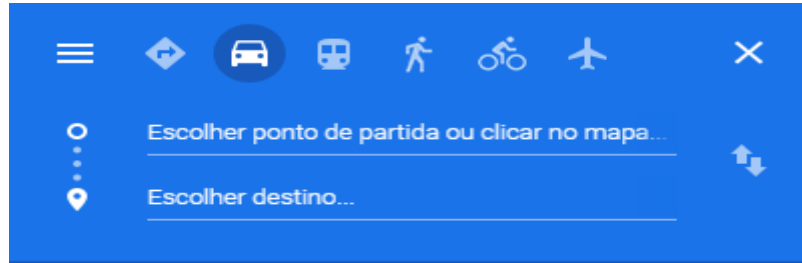
Para realização do estudo e cálculo das distâncias entre as lavras procedeu-se a análise, organização e tabulação dos dados de identificação; nome das lavras ativas das empresas; nº de Registro do Processo na ANM; Coordenadas Geográficas X e Y da Lavra em UTM (metros).

Em seguida, realizou-se a conversão do sistema de coordenadas UTM (metros) X e Y para o Sistema de Coordenadas Geográficas, considerando a Longitude (coluna X) e a Latitude (coluna Y), utilizando-se como ferramenta de conversão a Calculadora Geográfica disponibilizada gratuitamente pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) no endereço eletrônico <http://www.dpi.inpe.br/calcula/>. Para a execução desse processo, foi adotado como parâmetro o Datum Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS) 2000 para todas as coordenadas.

Com a base de dados estruturada, procedeu-se a visualização por meio da sobreposição em uma imagem de satélite do ponto de localização de cada lavra ativa, a fim de verificar se a lavra correspondia a sua verdadeira posição na área de estudo. Para a realização desse procedimento utilizou-se o software Google Maps, disponibilizado gratuitamente pelo Google no endereço eletrônico <https://www.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=rl>. Depois de analisado e confirmado que a localização geográfica de cada lavra ativa correspondia à sua verdadeira posição no mundo real, foram realizados os processos de obtenção das distâncias entre duas lavras ativas. Nesta etapa foi empregada

a ferramenta de Cálculo de Rotas disponível no Google Maps, onde foram adotadas as coordenadas do local e as coordenadas de destino, conforme Figura 3.

Figura 3. Exemplo do uso da ferramenta de cálculo de rota disponível no Google Maps para a obtenção da distância rodoviária entre lavras.



Fonte: Google Maps, 2020.

Tal procedimento permitiu obter a distância rodoviária aproximada entre duas lavras de interesse, sendo que o processo foi realizado para todas as lavras ativas do município de Barra de São Francisco. Para distâncias que possuam mais de um trajeto entre duas lavras, foi adotado o trajeto de menor distância. É importante ressaltar também que os trajetos considerados para medir as distâncias no presente estudo foram tomados com base nos que já estão delimitados e pertencem à base de dados do Google Maps, e ainda as distâncias calculadas são aproximadas, considerando as rotas das rodovias terrestres e transitáveis por veículos automotores como carros e caminhões.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados aqui apresentados configuram o ponto de partida para o conhecimento dos processos de extração e destinação dos resíduos de rochas graníticas, a fim de propor metodologias ambientalmente corretas para a destinação dos resíduos gerados nas lavras localizadas na área de estudo.

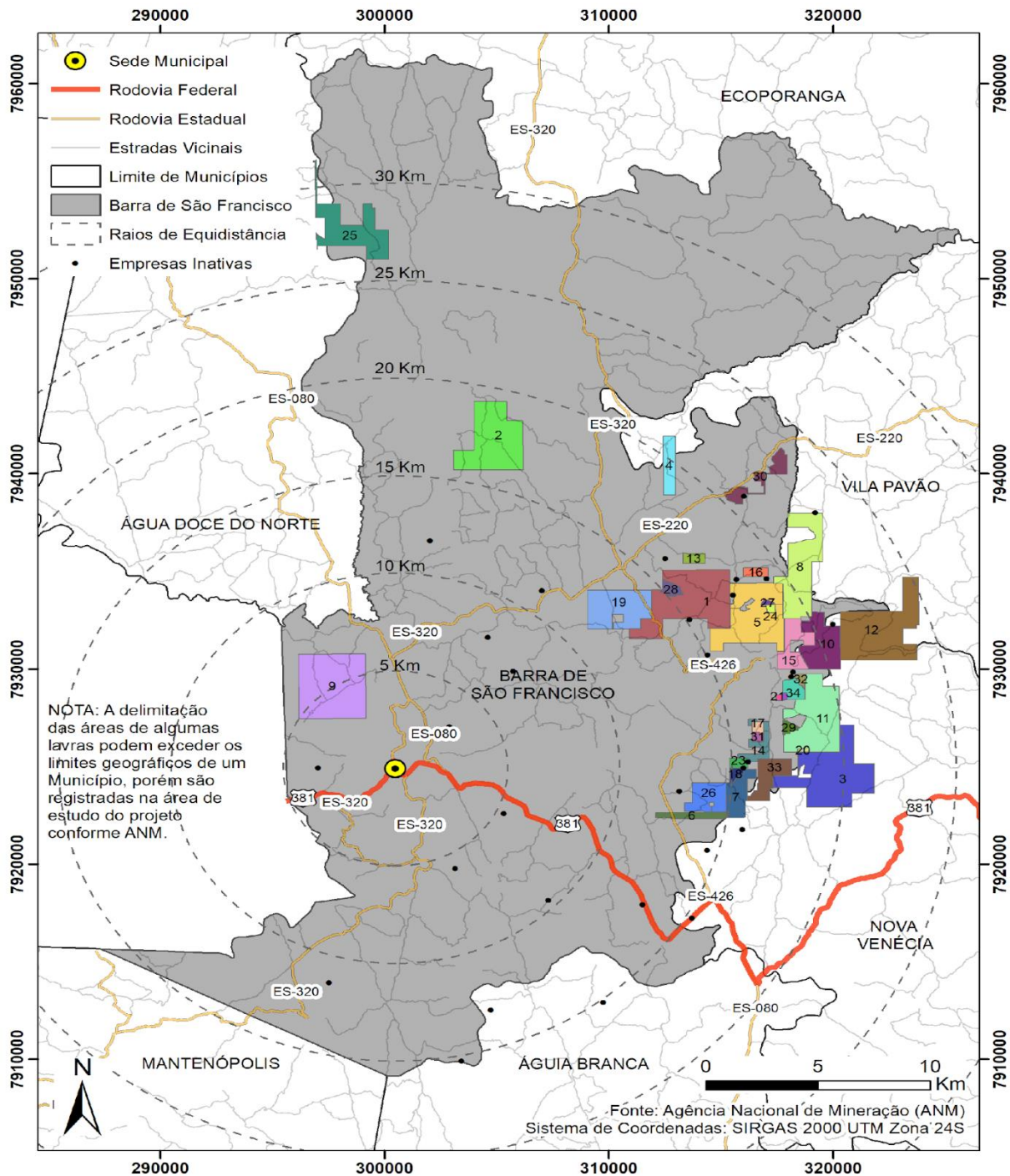
3.1 GEORREFERENCIAMENTO DAS LAVRAS ATIVAS E INATIVAS LOCALIZADAS NO MUNICÍPIO DE BARRA DE SÃO FRANCISCO-ES

O mapa georreferenciado das lavras graníticas ativas e inativas distribuídas espacialmente no município da área de estudo é apresentado na Figura 4.

No município foram localizadas e georreferenciadas 34 lavras ativas e 32 lavras inativas, totalizando 66 pontos das lavras no município de Barra de São Francisco-ES. De acordo com a Figura 4 quanto a distribuição espacial das lavras é possível verificar que há uma maior concentração das lavras ativas a leste do município e bem próximo das divisas dos municípios de Vila Pavão e Nova Venécia. As lavras inativas estão bem distribuídas em todo o município com grande parte à leste.

Analisando as zonas de abrangências (representadas pelos círculos pontilhados com indicação da distância em relação à sede do município) entre as empresas ativas é possível observar também que a maior parte dessas lavras estão concentradas dentro de um raio de 15 a 25 da Sede do Município (Figura 4).

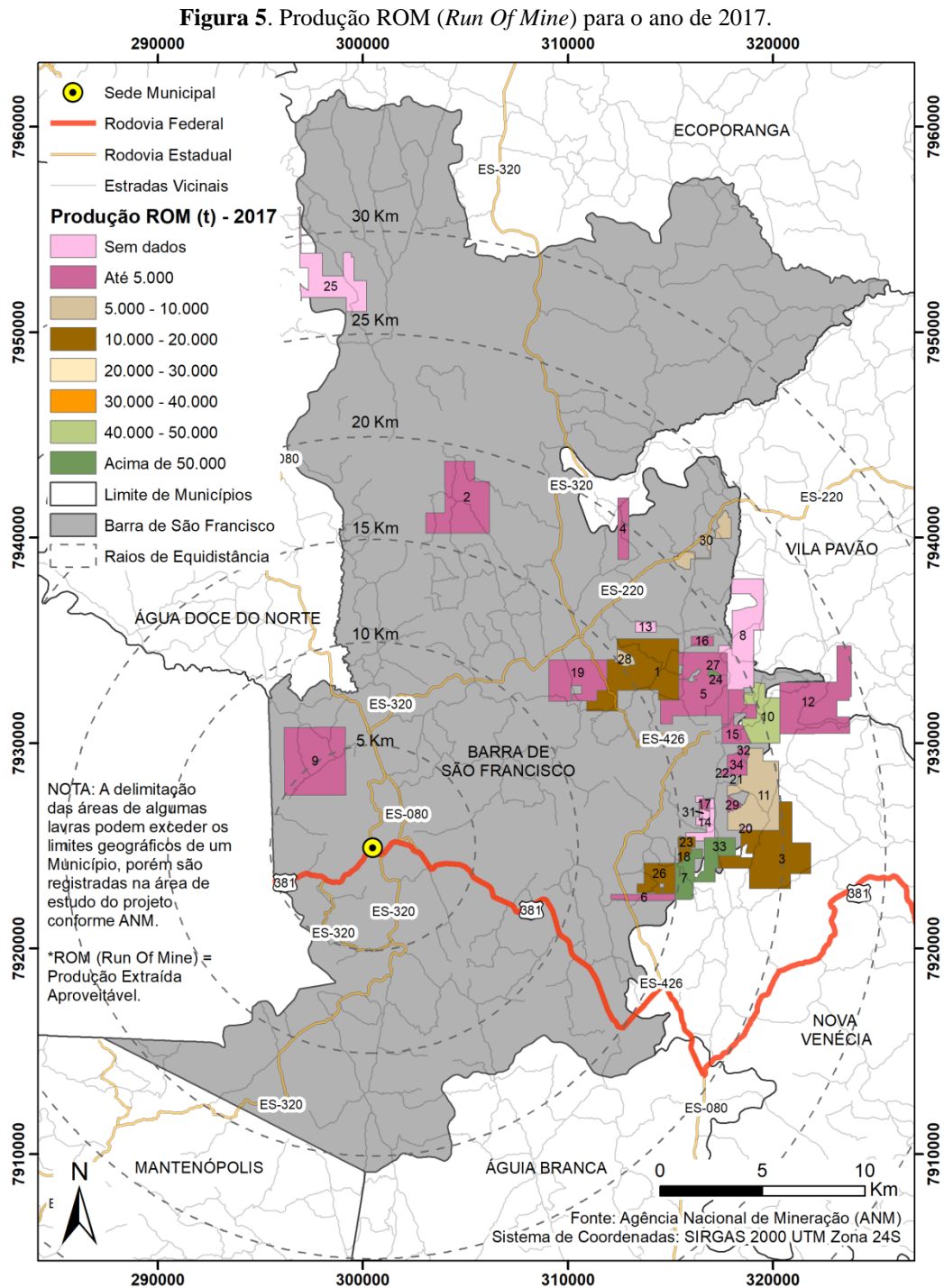
Figura 4. Mapa georreferenciado da distribuição espacial da localização das lavras ativas e inativas situadas no município de Barra de São Francisco no estado do Espírito Santo.



Fonte: Autores.

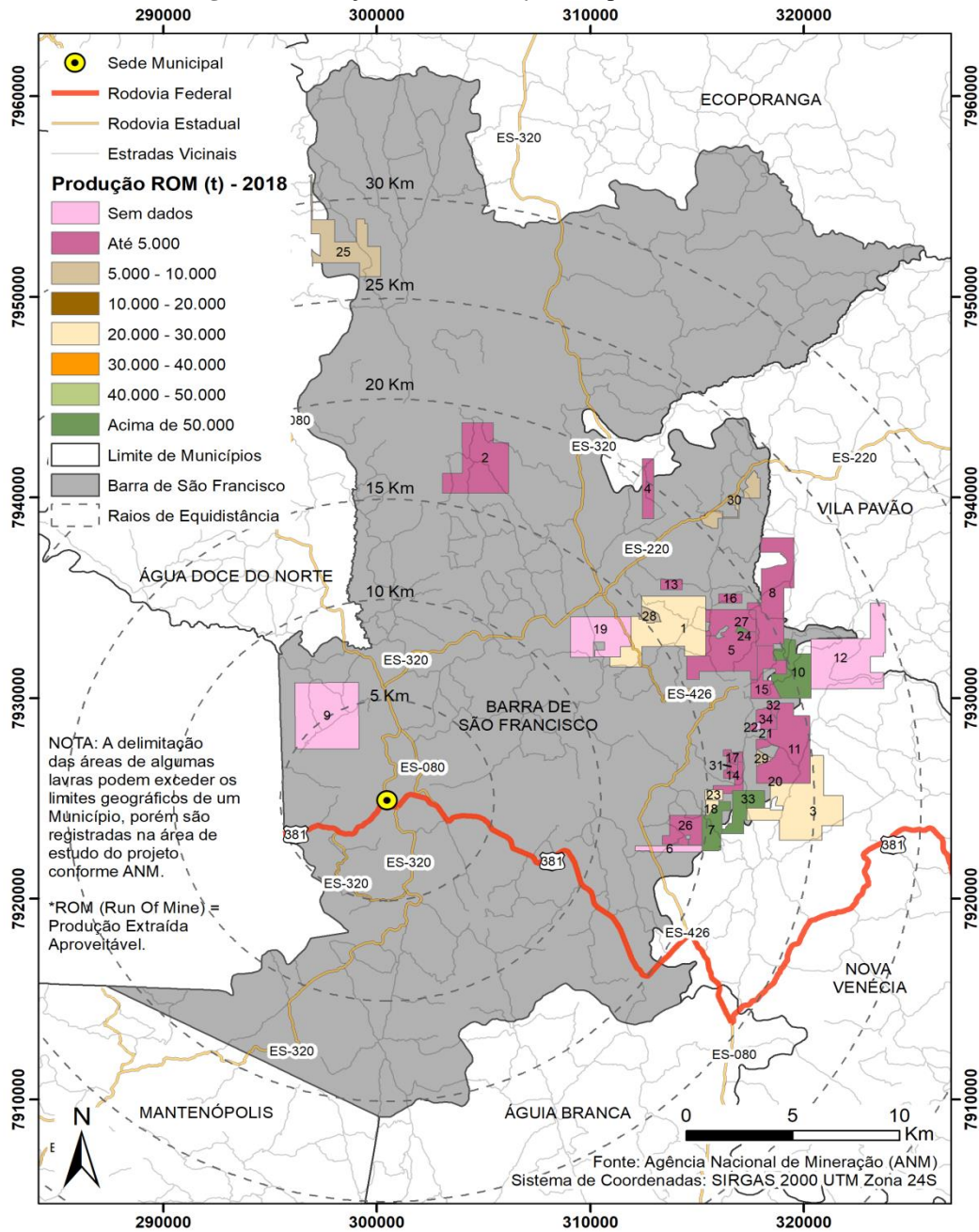
3.2 ROM (Run Of Mine) – PRODUÇÃO EXTRAÍDA APROVEITÁVEL

Nas Figuras 5 e 6 são apresentados os mapas quantificando ROM (Run Of Mine) que indica a produção de blocos aproveitáveis (em toneladas) na lavra, para os anos de 2017 e 2018 respectivamente, no município de Barra de São Francisco-ES.



Fonte: Autores.

Figura 6. Produção ROM (*Run Of Mine*) para o ano de 2018.



Na Figura 5 é possível observar que as empresas identificadas no mapa como 8; 13; 14; 31; 25 e 20 não apresentaram dados das lavras para este parâmetro no ano de 2017, em razão disso elas encontram-se inseridas dentro da classe “sem dados”. Dezesesseis empresas apresentaram produção ROM até 5.000 t. As empresas identificadas como 7; 27 e a 33 tiveram maiores produção de ROM com valores acima de 50.000 toneladas.

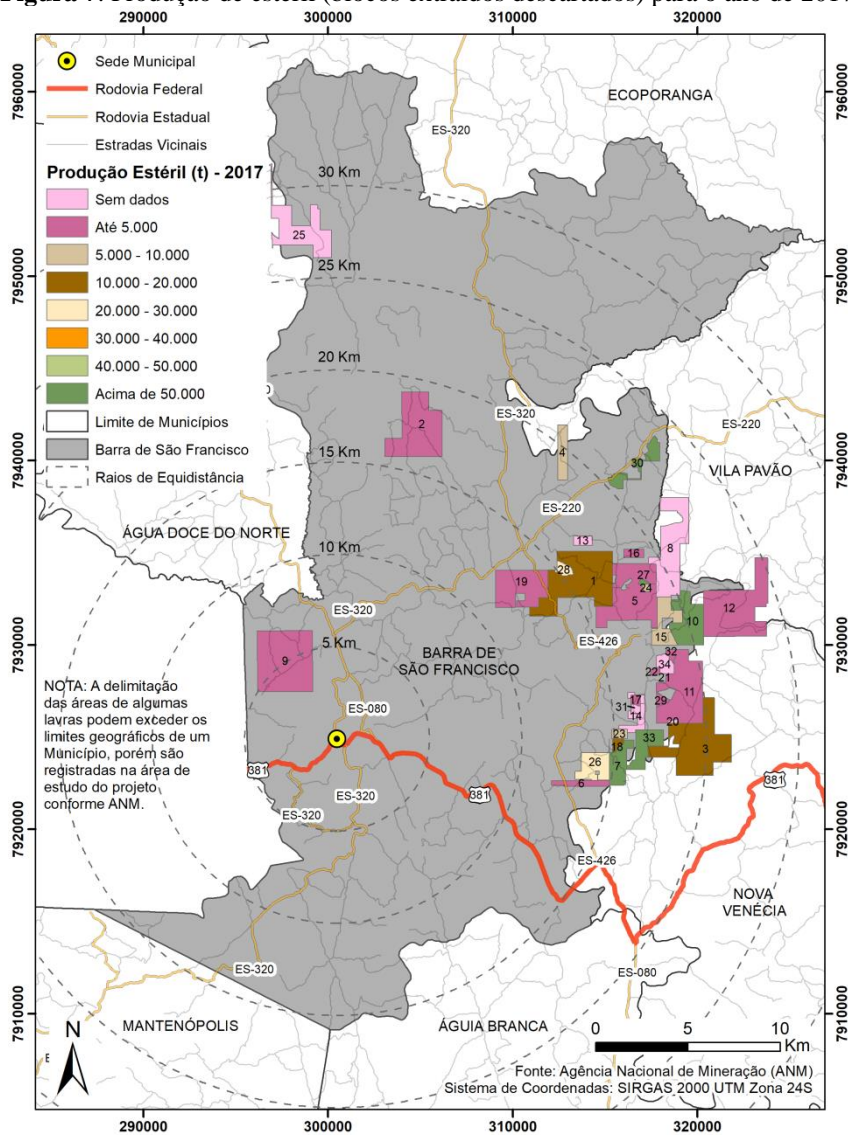
Já a Figura 6 apresenta o mapa ROM (*Run Of Mine*) nas lavras para o ano de 2018. É possível observar que as lavras identificadas no mapa como 6; 9; 12; 19 e 21 se enquadraram dentro da classe “sem dados”. Quanto a produção ROM, pode-se verificar que as lavras 7; 10; 27 e a 33 tiveram a

produção ROM acima de 50.000 t no ano de 2018. Observou-se ainda, que a maioria das empresas do município obteve produção ROM de até 5.000 t.

3.3 ESTÉRIL (BLOCOS EXTRAÍDOS DESCARTADOS)

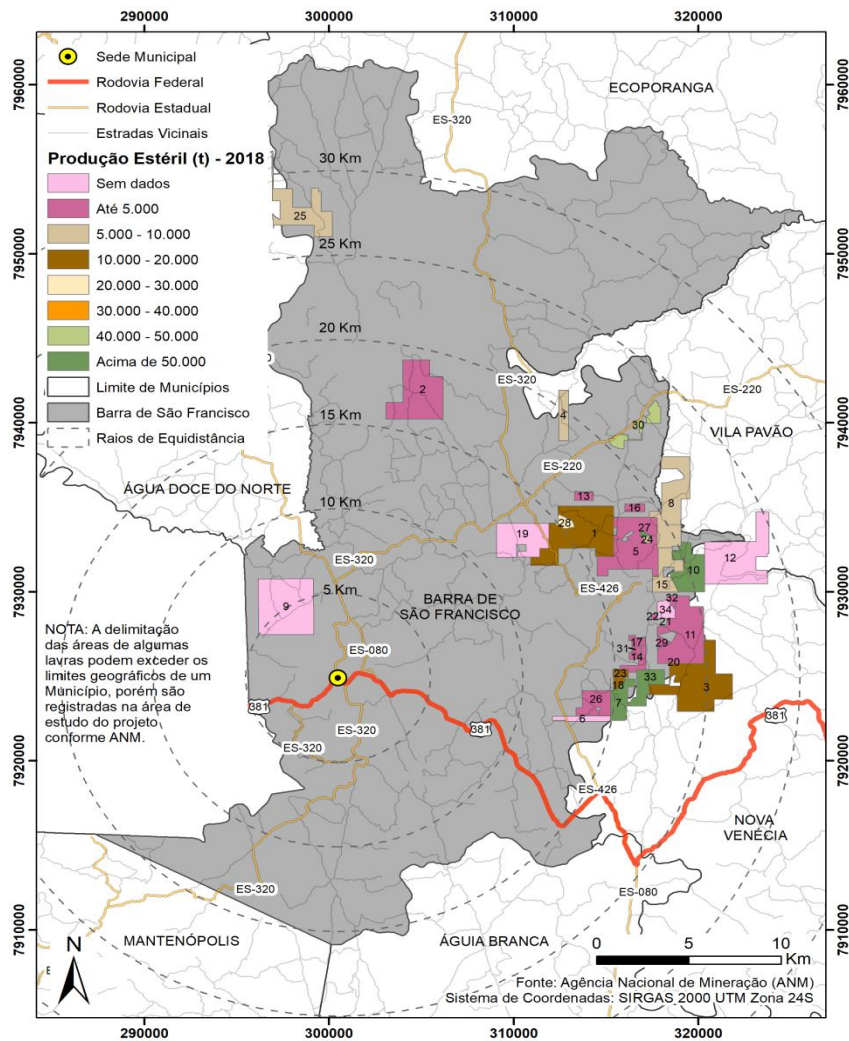
As Figuras 7 e 8 apresentam os mapas da produção dos blocos descartados (Estéril) considerando os dados referentes aos anos de 2017 e 2018 respectivamente, no município de Barra de São Francisco-ES.

Figura 7. Produção de estéril (blocos extraídos descartados) para o ano de 2017.



Fonte: Autores.

Figura 8 - Produção de estéril (blocos extraídos descartados) para o ano de 2018.



Fonte: Autores.

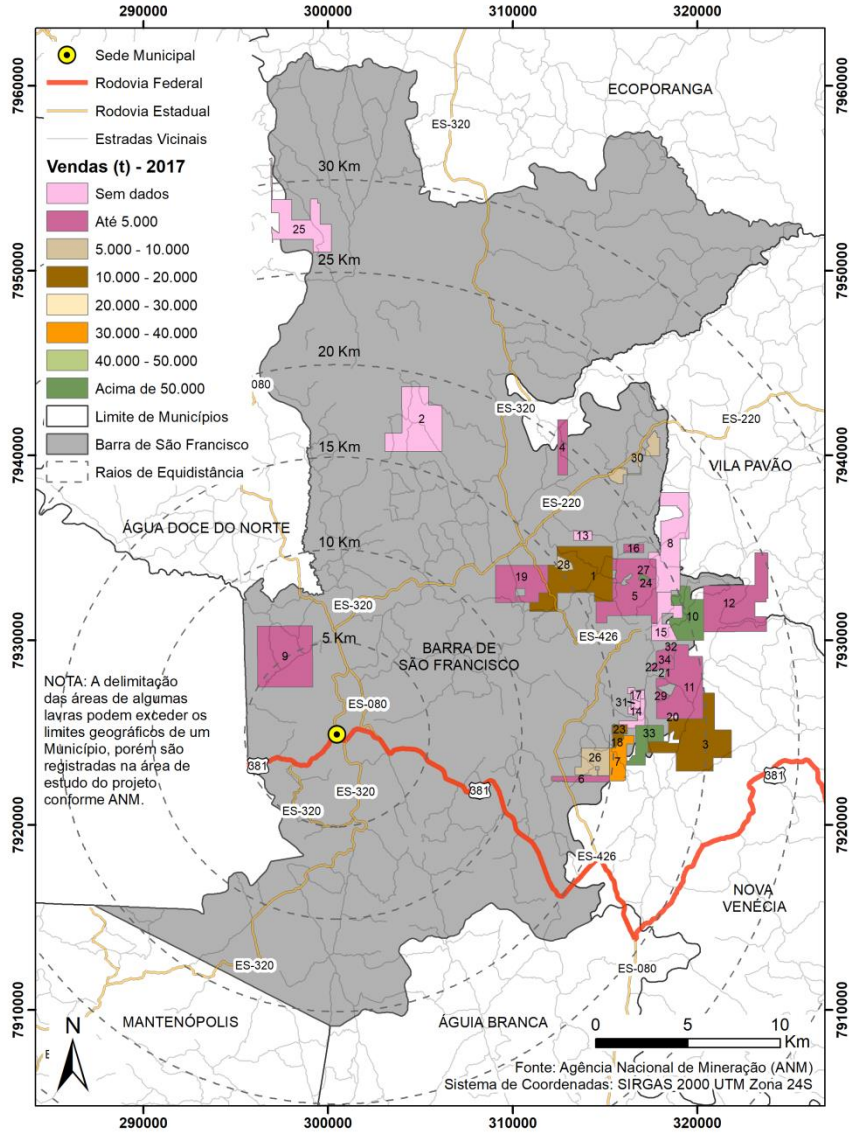
Analisando a Figura 7, é possível verificar que seis empresas se enquadram dentro da classe “sem dados”, pois as mesmas não apresentaram a informação do estéril produzido no Relatório Anual de Lavra (RAL) em 2017. As lavras das empresas citadas foram identificadas no mapa como 8; 13; 14; 20; 25; e 31. A empresa identificada como 34 apresentou 0 (zero) toneladas de estéril nos anos de 2017 e 2018, com isso, o sistema considerou a mesma pertencendo a classe “sem dados”, já que a classe seguinte engloba valores de 1 a 5.000 t. Treze empresas geraram até 5.000 t de estéril correspondendo a 38% do total das empresas ativas localizadas no município. Já analisando as empresas que produziram estéril acima de 50.000 t totalizaram apenas cinco, sendo elas identificadas no mapa com as seguintes numerações: 7; 10; 27; 30 e a 33.

Já analisando a Figura 8, é possível observar a produção dos blocos que foram descartados (estéril) pelas empresas no ano de 2018. As lavras que geraram mais de 50.000 t de resíduo foram a 7; 10; 27; e 33. Verifica-se ainda neste ano que cinco empresas ficaram inseridas dentro da classe “sem dados”, sendo elas identificadas no mapa como 6; 9; 12; 19; 21 e 34.

3.4 VENDAS DE ROCHAS GRANÍTICAS (em toneladas)

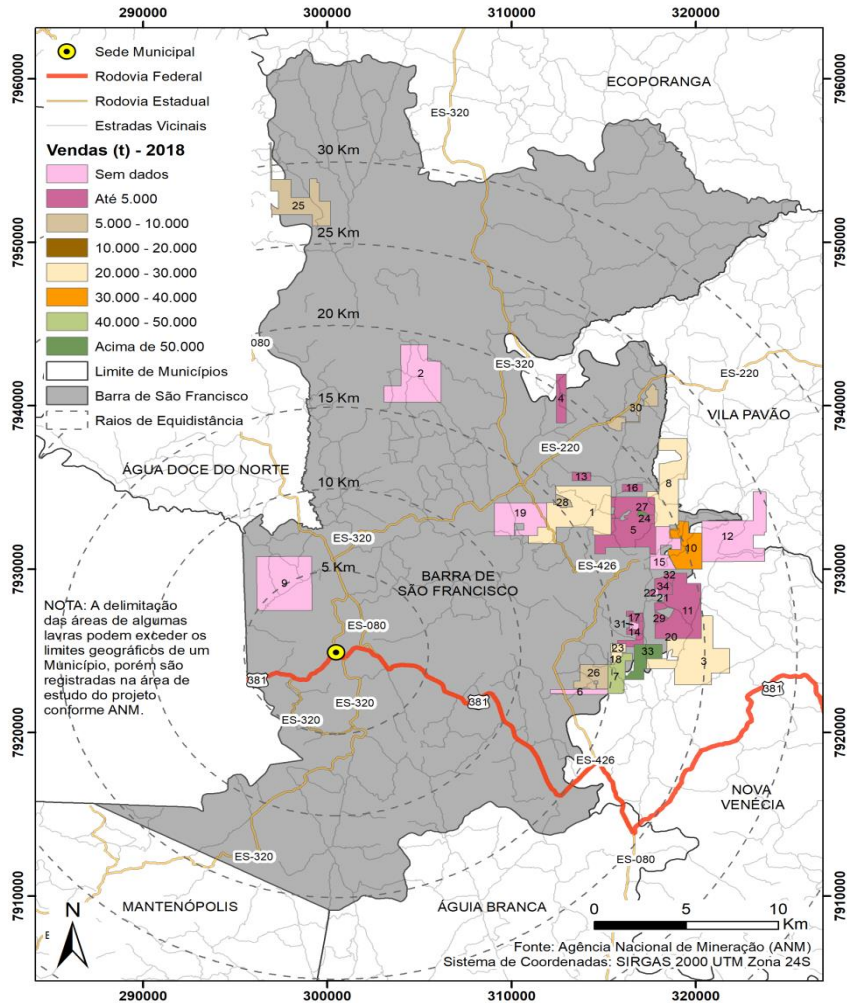
Os mapas de vendas de rochas graníticas (em toneladas) das lavras referentes aos anos de 2017 e 2018 no município de Barra de São Francisco são apresentados nas Figuras 9 e 10 respectivamente.

Figura 9. Vendas de rochas graníticas (em toneladas) para o ano de 2017.



Fonte: Autores.

Figura 10. Vendas de rochas graníticas (em toneladas) para o ano de 2018.



Fonte: Autores.

As empresas identificadas no mapa (Figura 9) como 10; 27 e 33 foram as que tiveram as maiores quantidades de vendas (em toneladas) de seus produtos, superando o valor de 50.000 t no ano de 2017.

Já analisando o ano de 2018, conforme mostrado na Figura 10, é possível observar que somente duas empresas, sendo elas as identificadas no mapa como a 27 e a 33 obtiveram vendas acima de 50.000 t de rochas graníticas, o que correspondeu a 6% do total das lavras ativas do município de Barra de São Francisco. Ainda analisando a Figura 10 nota-se que treze do total das trinta e quatro empresas ativas localizadas no município tiveram vendas inferiores a 5.000 t de rochas, esse valor correspondeu a 38% do total das empresas ativas.

3.5 DISTÂNCIAS RODOVIÁRIAS ENTRE AS LAVRAS GRANÍTICAS

A Tabela 1 apresenta os valores calculados das distâncias rodoviárias entre as lavras ativas considerando os dados distribuídos no período de dois anos (2017-2018) pertencentes ao município de Barra de São Francisco-ES.

Tabela 1. Distâncias rodoviárias entre lavras ativas do Município de Barra de São Francisco-ES

Lavras Ativas	Distâncias (km)	Lavras Ativas	Distâncias (km)
1-2	16,7	18-19	16,4
2-3	29,4	19-20	21,7
3-4	27,4	20-21	5,4
4-5	14,2	21-22	0,210
5-6	14,2	22-23	4,5
6-7	7,7	23-24	10,1
7-8	17,4	24-25	48,5
8-9	33,1	25-26	54,0
9-10	32,8	26-27	14,7
10-11	1,1	27-28	10,1
11-12	4,9	28-29	12,9
12-13	13,5	29-30	15,9
13-14	12,0	30-31	15,7
14-15	6,7	31-32	6,2
15-16	9,6	32-33	9,3
16-17	11,4	33-34	6,0
17-18	10,2	34-1	11,2

Fonte: Autores/ Google Maps.

Ainda de acordo com a Tabela 1, as distâncias rodoviárias considerando aquelas transitáveis por veículos automotores entre as lavras ativas situadas de Barra de São Francisco variam de 210 m (distância entre as lavras 21 e 22) a 54 km (distância entre as lavras 25 e 26).

4 CONCLUSÕES

Com a base de dados elaborada a partir das informações levantadas nos órgãos oficiais, georreferenciamento das lavras, visitas in loco, bem como com o cálculo das distâncias entre as lavras e definidas as áreas de abrangência, será possível contribuir para um melhor planejamento e tomada de decisão quanto ao aproveitamento dos resíduos de lavras de rochas ornamentais em Barra de São Francisco-ES.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS (ABIROCHAS). Balanço das exportações e importações brasileiras de rochas ornamentais em 2018. **Informe** 01/2019. São Paulo. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 – **Dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em 08 ago. 2020.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME), **Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM), Departamento de Desenvolvimento Sustentável na Mineração (DDSM)**. Bases para o ordenamento sustentável da mineração de rochas ornamentais no noroeste do Espírito Santo. Brasília: MME, 2013.75p.

PONTES, J.C.; NASCIMENTO, P.H.M.; GOMES, E.K.F.S.; SOUZA, J.V.S. Proposição de técnicas de produção mais limpa para lavra de rochas ornamentais de pedreiras do Rio Grande do Norte. **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia (CONTECC)**. 2018. Maceió-AL. 75ª SOEA Semana Oficial de Engenharia e da Agronomia.

SARDOU FILHO R. et. al. **Atlas de rochas ornamentais do estado do Espírito Santo** – Escala 1:400.000. Brasília DF, CPRM. 2013. ISBN: 978-85-7499-189-4.

VIDAL F.W.H., AZEVEDO, H.C.A., CASTRO, N.F. **Tecnologia de rochas ornamentais – Pesquisa, Lavra e Beneficiamento**. CETEM/MCTI-RJ, 2013. 700p. ISBN 987-85-8261-005-3.

ZAGOTO, J.T. **Estudo do rejeito da lavra de rochas ornamentais do Espírito Santo para a produção de brita**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Mineral. Universidade Federal do Pampa. Caçapava do Sul. RS. 62p. 2016.