

BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO DAS JAZIDAS DE AGREGADOS PARA O USO EM PAVIMENTAÇÃO NO MUNICÍPIO DE PALMAS – TO

Rafael Winicius da Silva e Sousa
Diorde Lucas Nunes Oliveira
Janaina Lima de Araújo
Marcus Vinicius Ribeiro e Souza
Curso de Engenharia Civil
Universidade Federal do Tocantins

RESUMO

O presente trabalho tem como finalidade elaborar uma metodologia para criação de um banco de dados em um Sistema de Informações Geográficas, das principais jazidas utilizadas em pavimentação asfáltica no município de Palmas/TO. Para isso, selecionou-se as camadas de dados vetoriais: do sistema SIGMINE (do Departamento Nacional de Produção Mineral), do modal viário do município e das rodovias estaduais e federais. Por meio de operações de geoprocessamento e pesquisas de campo, obteve-se um resultado satisfatório, com a identificação e caracterização das jazidas de areia, cascalho e granito que operam atualmente no município. À priori, este banco se demonstrou uma ferramenta útil para o apoio de empresas locais, de modo a facilitar a obtenção das características das jazidas ativas: contato, materiais disponíveis e características tecnológicas.

ABSTRACT

The present work has the purpose of elaborating a methodology for the creation of a database in a Geographic Information System, of the main deposits used in asphaltic paving in the county of Palmas / TO. For this, the vector data layers were selected: from the SIGMINE system (from the National Department of Mineral Production), from the modal road of the county and from the state and federal highways. Through geoprocessing operations and field surveys, it was obtained a satisfactory result, with the identification and characterization of sand, gravel and granite deposits that currently operate in the county. Initially, this bank has proved to be a useful tool for the support of local companies, in order to facilitate the acquisition of the characteristics of the active deposits: contact, available materials and technological characteristics.

1. INTRODUÇÃO

A pavimentação no estado do Tocantins foi avaliada pela 21ª pesquisa da Confederação Nacional de Transportes – CNT (2017), a qual apontou que 83,3% (2.701km) da extensão avaliada no Estado do Tocantins apresenta algum tipo de deficiência no estado geral (regular, ruim ou péssimo), que avalia as condições do pavimento, a sinalização e a geometria da via. Aliado a isso, o baixo índice de pavimentação no estado demonstra a condição inadequada em que as rodovias públicas se encontram, o que aumenta os custos operacionais e põe em risco a segurança do condutor, mesmo que uma das funções primordiais do pavimento seja propiciar comodidade e segurança no rolamento.

Bernucci *et al.* (2010) afirma que o pavimento flexível abrange aproximadamente 95% das rodovias pavimentadas brasileiras, por ser uma mistura de forte adesão de agregados, ter flexibilidade controlável e ter uma durabilidade boa quando sob efeito de ácidos, álcalis e sais. De acordo com os autores, o revestimento do pavimento asfáltico é constituído de uma mistura de ligantes asfálticos e agregados, de tal forma que essa mistura origine uma estrutura durável em sua vida útil, desde que se selecione as propriedades adequadas dos agregados. Eles podem ser definidos como materiais sem forma nem volume definidos, de dimensões e propriedades adequadas para a utilização em misturas asfálticas ou de concreto, segundo a ABNT NBR 9935/2005.

Ainda de acordo com Bernucci *et al.* (2010), para a pavimentação, é fundamental que as areias, pedregulhos e rochas minerais (naturais ou britadas) apresentem capacidade de

suportar às tensões impostas na superfície do pavimento e também nas camadas que o constituem. Assim, a seleção dos agregados depende de fatores como sua qualidade e disponibilidade, que impactam diretamente no custo e qualidade da obra.

Desse modo, observa-se a importância da utilização dos agregados na pavimentação, porém, o conhecimento da localização das jazidas (comerciais ou não) e as características qualitativas desses materiais atuam de forma determinante na qualidade da obra, haja vista que a distância média de transporte (DMT) impacta no orçamento e a especificação técnica dos agregados contribui para o desempenho do pavimento.

Portanto, as ferramentas dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) se tornam providenciais neste trabalho, de modo a permitir armazenar, visualizar e manipular características pontuais de uma jazida, como também simular uma possível movimentação de material em um determinado contexto geográfico. Pensando nisso este trabalho tem o objetivo de elaborar uma metodologia percussora na criação de um banco de dados em um Sistema de Informações Geográficas (SIG), das principais jazidas utilizadas em pavimentação asfáltica no município de Palmas, no estado do Tocantins.

1.1 Sistemas de Informações Geográficas

A utilização dos SIGs para a construção de um banco de dados é de suma importância, tendo em vista que as informações das jazidas estão associadas à sua posição geográfica. Dessa forma, surge a necessidade de vincular os dados tabulares das jazidas com seu posicionamento em determinada área de interesse, de tal modo que se tenha em um mesmo ambiente todas as características comercialmente úteis às empresas de pavimentação.

Segundo Câmara *et al* (1996), os SIGs servem para armazenar, analisar e manipular informações geográficas, que são coletadas de diversas maneiras e armazenados nos bancos de dados geográficos. Eles são úteis para diferentes tipos de aplicações em áreas diversas do conhecimento, como controle cadastral, gerenciamento de serviços, cartografia e administração dos recursos naturais, entre outros. A arquitetura de um SIG pode ser discriminada em: interface com usuário; entrada e integração de dados; funções de processamento; visualização e plotagem; e armazenamento e recuperação de dados, de acordo com Câmara *et al* (1996), conforme se observa na Figura 1.

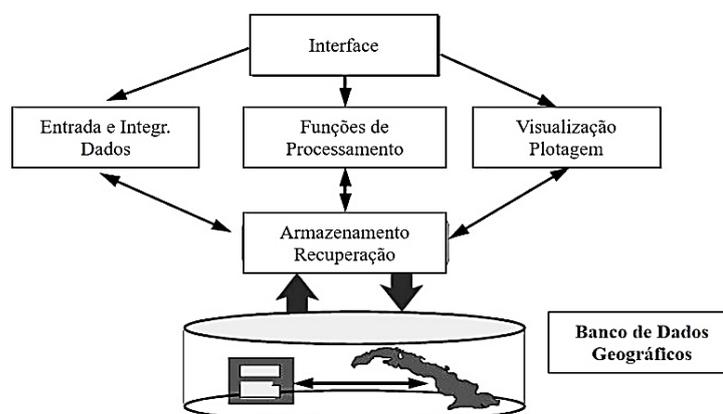


Figura 1: Arquitetura de Sistemas de Informações Geográfica
Fonte: Adaptado de Câmara *et al* (1996)

Em consonância ao uso de SIGs aplicados a área de pavimentação, Santos (2000) em seu trabalho trata de forma mais abrangente a criação de um base de dados georreferenciados na escala 1:100.000, composta por uma série de informações de interesse geotécnico, relativas à área do município de Palmas/TO. De maneira pioneira o trabalho traz como um deus seus produtos cartas de zoneamento geotécnico e dentre elas a de qualidade dos materiais inconsolidados para utilização em obras de pavimentação.

Voltado também a área de pavimentação Ribeiro *et al.* (2016) georreferenciaram as características geotécnicas do solo do subleito localizado na região do município de Caucaia/CE, e tiveram um êxito no resultado com o mapeamento de 89 pontos de sondagem e caracterização do CBR e classificação AASHTO. Em 2017 Cardozo *et al.* (2017) elaboram um trabalho, com fim particular próximo a presente pesquisa. No trabalho os autores fizeram o uso de ferramentas SIG para o planejamento e zoneamento de áreas potenciais para extração de agregados, otimizando a execução dos serviços de manutenção de estradas no município de Venâncio Aires/RS.

2. METODOLOGIA

2.1 Caracterização da área de estudo

A cidade de Palmas está localizada na Região Central do Brasil, capital do Estado do Tocantins, situando-se nas coordenadas geográficas 10°11'04'' S e 48°20'01'' O, em uma altitude de 260 metros. Ocupa uma área em torno de 2219 km², e segundo último senso do IBGE realizado em 2010, possui 228.332 habitantes, acarretando em uma densidade demográfica de 102,9 hab/km², de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). A Figura 2 demonstra a localização de Palmas, no Brasil, no Estado e em meio as cidades circunvizinhas.

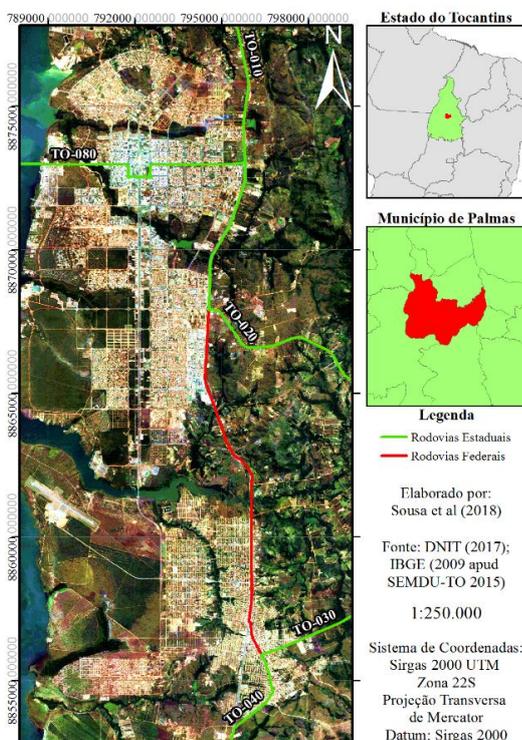


Figura 2: Mapa de localização do Município de Palmas, no estado do Tocantins

Por fim, e de forma complementar o município faz limite com Aparecida do Rio Negro ao norte, Novo Acordo e Santa Tereza do Tocantins ao leste, Monte do Carmo ao sudeste e ao sul, Porto Nacional ao sul, ao sudoeste e ao oeste e Miracema do Tocantins ao noroeste.

2.2 Base de dados

A base de dados utilizada no presente estudo foi arquitetada por meio do software *Esri® ArcMap™ 10.5* em sua versão estudantil, licenciado pelo Laboratório de Modelagem Numérica da Universidade Federal do Tocantins, como também o *Microsoft Excel®* para auxiliar a organizar as informações tabulares obtidas das jazidas e posterior implementação no banco de dados.

A primeira etapa do trabalho envolveu a obtenção das camadas de dados vetoriais em formato *shapefile* para a estruturação do projeto. Por ser um banco de dados espaciais, esse processo se caracteriza como fundamental tendo em vista a vasta disponibilidade de arquivos vetoriais. Dessa maneira, teve-se o cuidado de selecionar apenas as bases que contribuam para que o projeto cumpra a sua função.

A base de dados vetoriais fundamental do estudo foi o SIGMINE do estado do Tocantins, obtido via sítio eletrônico. Como ele é atualizado constantemente, observou-se que na data de elaboração do presente artigo essa base vetorial continha 2.643 feições. Cada jazida é associada a um conjunto de informações contidas na tabela de atributos, conforme ilustra-se um exemplo dessa tabela de uma jazida, na Tabela 1.

Tabela 1: Exemplo da tabela de atributos de uma feição da base vetorial SIGMINE-TO

FID	Shape *	AREA_HA	FASE	NOME	SUBS	USO	UF
60	Polygon ZM	27,35	LICENCIAMENTO	Nilo Cavalcante Monteiro Me	AREIA	Não informado	TO

Fonte: Adaptado do SIGMINE (2018)

Como característica inerente à feição, observa-se a presença dos campos *FID* e *Shape*, que representam o número identificador da feição, atualizada automaticamente na medida em que se adiciona ou se exclui uma feição da base vetorial, e a geometria do tipo polígono, como também há o valor da área medida em hectares, por meio do campo *AREA_HA*. Uma informação importante nessa tabela é a contida na coluna *FASE*, que informa sobre as fases em que se encontra o processo de legalização da jazida, quais sejam: autorização de pesquisa; requerimento de licenciamento; requerimento de lavra; requerimento de pesquisa; concessão de lavra; licenciamento. Na tabela ainda consta o campo *SUBS*, que define o tipo de substância presente na jazida, dentre os quais pode-se citar a areia, o cascalho e o granito. O *USO* varia conforme a substância, e pode ser construção civil, brita, revestimento ou não informado, entre outros.

Além disso, obteve-se a malha viária do município por meio do portal GEOPALMAS, sob responsabilidade da Secretaria de Desenvolvimento Urbano Sustentável do estado do Tocantins (SEDU-TO). Essa base contém as principais vias da cidade, e serviu de referência para o georreferenciamento da imagem ortorretificada de Palmas, também obtida na SEDU-TO. À posteriori, essa malha servirá de apoio ao cálculo da distância média de transporte, de modo a indicar o caminho mais curto da jazida à obra.

As rodovias federais, municipais e estaduais foram obtidas por meio do portal VGEO do DNIT, e complementam o projeto na medida em que envolvem a logística de transportes da capital, além de fazerem parte da malha pavimentada do município.

Por fim, buscou-se no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na seção de malhas territoriais, as camadas dos limites dos estados e municípios, para utilizar o contorno do município na delimitação das jazidas de interesse.

Com as camadas adicionadas ao projeto, foi necessário promover uma padronização, isto é, admitir um mesmo Sistema de Coordenadas para todos as bases vetoriais, sendo escolhido o Sistema de Coordenadas Cartesianas SIRGAS 2000 UTM Zona 22S, tendo em vista o fato de que a maioria das camadas adicionadas já estavam nessa projeção.

2.3 Delimitação das jazidas de interesse

Para o mapeamento das jazidas em operação utilizadas para comercializar os materiais utilizados na pavimentação das vias do município de Palmas-TO, foi necessário delimitar a área de estudo, isto é, selecionar as jazidas de interesse. Para isso, admitiu-se uma distância de 10 km do extremo norte, sul, leste e oeste da malha viária urbana da cidade, já que essa é uma distância que engloba as principais jazidas no entorno da cidade. Todavia, essa delimitação abrange áreas além do limite municipal, portanto, quando houve essa extrapolação, o limite de estudo foi ajustado conforme o contorno do limite municipal, conforme delimitado pelo polígono amarelo na Figura 3.

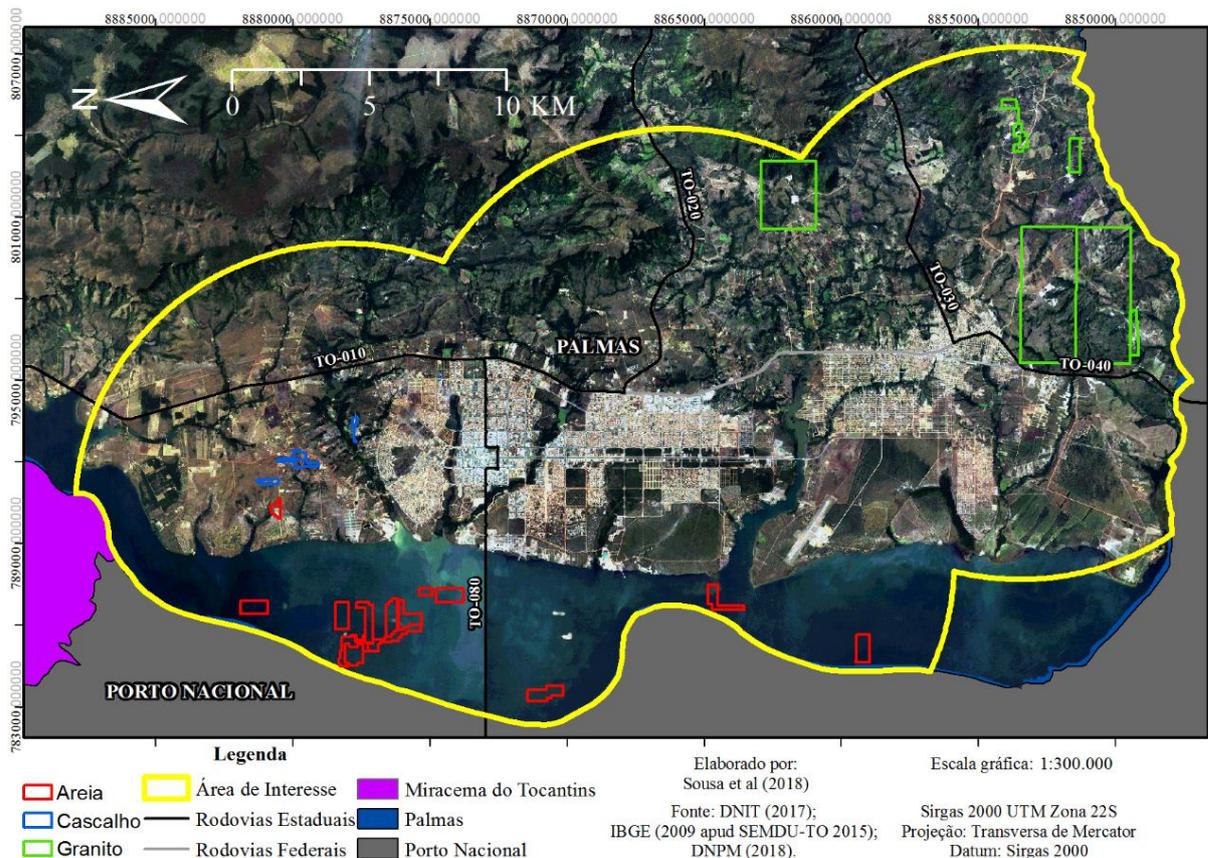


Figura 3: Jazidas de agregados em operação em junho de 2018 em Palmas-TO

Dessa forma, selecionou-se as jazidas (de brita, cascalho e areia) do SIGMINE que estavam com o centroide no interior da área de interesse, já que algumas jazidas estavam parcialmente fora da área.

Delimitadas as 60 jazidas de areia, cascalho e granito com uma vasta área de abrangência em torno da capital, fez-se um levantamento de quais dessas jazidas estão em operação comercial na data de elaboração do presente estudo. Para isso, pesquisou-se no portal do DNPM, na seção do Portal de Outorga, por meio do código *PROCESSO* da tabela de atributos dessas feições, a fim de verificar a situação atual. Dessa forma, encontrou-se 25 registros de jazidas em operação, todas com a *FASE* em licenciamento ou concessão de lavra, com exceção de uma que estava em fase de requerimento de licenciamento, devido ao requerimento já ter sido aceito. As jazidas em operação estão expostas na Figura 3.

De posse dos dados em planilha dessas jazidas, fez-se uma pesquisa comercial para avaliar quais jazidas estavam realmente em operação. Além disso, foram feitas visitas em campo para validar ou complementar a pesquisa.

Após isso, verificou-se que o método efetivo para mapeamento das jazidas comerciais ativas na cidade de Palmas – TO se deu por meio de visita em campo. Para isso, a base de dados do SIGMINE foi um indicativo para a localização das mesmas. A Tabela 2 apresenta o quantitativo de feições e jazidas comerciais localizadas.

Tabela 2: Quantidade de jazidas no estado do Tocantins, no município de Palmas, na área de interesse e em operação, e quantidade de empresas em operação

Base de Dados	Descrição	Local/Atividade	Quantidade
SIGMINE	Jazida	No Estado do Tocantins	2.555
		No município de Palmas	83
		Na área de interesse	73
		Em concessão de lavra ou licenciadas	25
Própria	Empresa	Em operação	08

Dessa forma, constatou-se que oito empresas atuam na comercialização de agregados na cidade, de forma que uma empresa pode possuir uma ou mais jazidas licenciadas no SIGMINE. A Tabela 3 evidencia o nome comercial da empresa que é responsável pela jazida, como também a situação da atividade da empresa

Tabela 3: Nome das empresas responsáveis pelas jazidas e situação de sua atividade

NOME	SUBS	Nome Comercial	Situação
Pedreira Anhanguera S A Empresa de Mineração	Granito	Pedreira Anhanguera	Inativo
Draga Minas Extração de Pedras LTDA	Areia	Draga Minas	Ativo
Empresa Sul Americana de Montagens S/A	Granito	EMSA S/A	Não avaliado
G C P Gramprata Construtora e Pedreira Ltda Me	Granito	Gramprata	Ativo
Ih engenharia e mineração ltda	Granito	Ih Engenharia	Não avaliado
Antonio Macedo de Oliveira	Cascalho	Macedo	Inativo
Francisco Vasconcelos Freire	Areia	Marconcelos Mineração	Ativo
Marconcelos Mineração Ltda.	Areia	Marconcelos Mineração	Ativo
NOME	SUBS	Nome Comercial	Situação
Mineração Capital LTDA. ME	Areia	Mineração Capital	Ativo

V. G. Cezar & Filha Ltda	Areia	Mineração Cezar	Ativo
Coltro & Reis Ltda	Areia	Mineração Palmas	Ativo
Juarez Biolchi Mulinari	Cascalho	Nova Era Mineração	Ativo
Nova Era Mineração Ltda.	Areia	Nova Era Mineração	Ativo
Pedreira Palmas Ltda ME	Granito	Pedreira Palmas	Ativo
Construserv Materiais Para Construção Ltda	Areia	-	Não identificado
Edilson Ferreira Nunes	Cascalho	-	Não identificado

Portanto, pode-se observar que oito empresas estão operando atualmente na extração e comercialização dos agregados de brita e areia, duas empresas estão inativas, duas empresas não foram identificadas e duas empresas não foram avaliadas. Ressalta-se ainda que a GCP Gramprata Construtora e Pedreira LTDA ME é sócia da Pedreira Palmas LTDA ME, de tal modo que a comercialização dos agregados das duas jazidas se dá pela primeira, sendo a única empresa em Palmas-TO a extrair granito, com base na fonte de dados do SIGMINE.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da pesquisa feita inicialmente com o SIGMINE e posteriormente em campo, gerou-se um banco de dados em ambiente GIS, de tal modo que sua arquitetura contém as camadas de dados vetoriais já mencionadas, como também uma camada do tipo ponto, representando as empresas das jazidas. Também foram criadas classes de relacionamento, por meio do nome comercial da jazida, entre a camada do SIGMINE e a das jazidas, entre a camada das jazidas e as tabelas de contato, produtos e caracterização tecnológica, conforme evidenciado na Figura 4.



Figura 4: Estruturação do banco de dados das jazidas de agregados de Palmas/TO

A classe de relacionamentos entre as camadas de dados vetoriais e as tabelas permite que ao selecionar uma feição, veja-se as características dessa feição nas tabelas. A Figura 5 revela a tabela de atributos da base de dados do SIGMINE, já possuindo uma relação através do nome comercial com a tabela de atributos da feição Jazidas, criada para representar as Jazidas comerciais ativas.

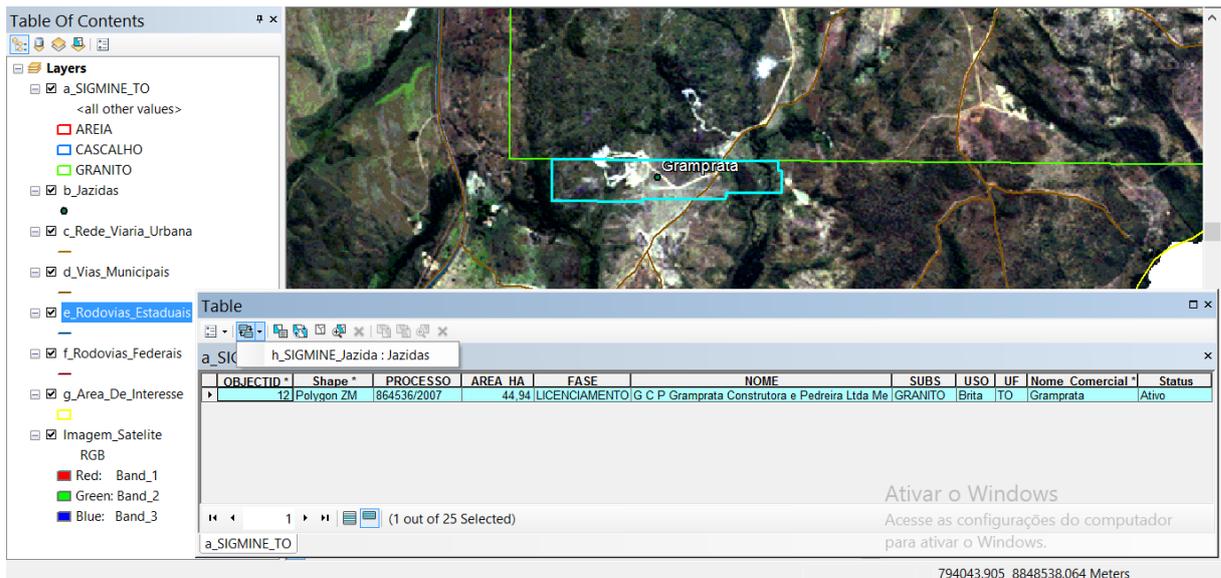


Figura 5: Tabela de atributos do SIGMINE e classe de relacionamento criada entre a base de dados do SIGMINE e a base de dados das Jazidas

Após selecionar a tabela Jazida, é possível visualizar as características básicas da jazida, como nome comercial, atividade, substância comercializada, e coordenadas geográficas, conforme se observa na Figura 6. Com isso, foram criados relacionamentos dessa base de dados vetoriais com as tabelas de contato, materiais e características tecnológicas, conforme se observa na Figura 7



Figura 6: Tabela de atributos da feição “Jazidas”



Figura 7: Tabela de atributos da feição “Jazidas” com as opções de acessar as tabelas de contato, materiais e características tecnológicas relacionadas a essa feição

Dessa forma, ao selecionar a tabela de contatos da jazida, surge as informações de contato telefônico – os quais foram verificados –, o contato por endereço eletrônico e a imagem do registro local da jazida, de modo a conferir seguridade ao usuário quanto a veracidade das informações, conforme observa-se na Figura 8.

OBJECTID *	Nome Comercial *	Status	Telefone	Email	Foto
5	Gramprata	Ativo	63984570475	gramprata@gmail.com	<Raster>
6	Gramprata	Ativo	63992831278		<Raster>
7	Gramprata	Ativo	63992833001		



Figura 8: Tabela de contato com o contato telefônico, o endereço eletrônico e a imagem do nome da empresa com contato

Também é possível ter acesso aos materiais que a empresa extrai da jazida, como também sua condição de venda, já que alguns materiais estão disponíveis à pronta entrega e outros materiais são extraídos conforme encomenda, observado na Figura 9.

OBJECTID *	Nome Comercial *	Produto	Condição de venda
14	Gramprata	Brita 0	Pronta entrega
15	Gramprata	Brita 1	Pronta entrega
16	Gramprata	Brita 2	Encomenda
17	Gramprata	Brita 3	Encomenda
18	Gramprata	Pó de brita	Pronta entrega
19	Gramprata	Pó de brita 1	Pronta entrega
20	Gramprata	Pedra Marroada	Pronta entrega
21	Gramprata	Brita Corrida	Pronta entrega
22	Gramprata	Pedrisco	Encomenda
23	Gramprata	Brita Graduada	Encomenda
24	Gramprata	Pedra Detonada	Encomenda

Figura 9: Tabela de materiais extraído da jazida pela empresa com as condições de venda

Por fim, foi possível associar as características tecnológicas dos materiais constituintes da jazida com a feição. Para isso, utilizou-se como exemplo o trabalho de Santos (2014) para a caracterização tecnológica da brita 0, brita 1 e pó de pedra da jazida Pedreira Anhanguera S/A Empresa de Mineração, que se encontra inativa. As propriedades avaliadas pela autora foram: densidade aparente, absorção, índice de forma, abrasão Los Angeles (para brita 0 e brita 1) e densidade real, massa específica (para pó de pedra), além da curva granulométrica dos três materiais. Assim, observa-se na Figura 10 as características dos materiais.

Nome Comercial	Produto	Densidade Aparente	Absorção	Índice de forma	Abrasão Los Angeles	Teor Materiais Pulver	Densidade	Massa Específica	Fonte	Curva
Anhanguera	Brita 0	2,634	0,76	2,1	30,7	0,2	<Null>	<Null>	SANTOS Camila Afo	<Raster>
Anhanguera	Brita 1	2,663	0,54	2,2	36,4	0,32	<Null>	<Null>	SANTOS Camila Afo	
Anhanguera	Pó de pedra	<Null>		2,1	<Null>	9,22	2,51	2,744	SANTOS Camila Afo	

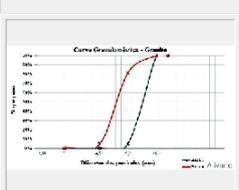


Figura 10: Tabela das características tecnológicas da brita 0, brita 1 e pó de pedra da jazida Pedreira Anhanguera S/A

4. CONCLUSÃO

A elaboração de um banco de dados em ambiente GIS dos agregados utilizados para pavimentação dependeu da aquisição dos dados. Notou-se que o SIGMINE serviu como um

norte para o início da pesquisa, mas deixou a desejar na atualização dos dados, de maneira que algumas jazidas tipificadas como licenciadas ou em concessão de lavra já estavam desativadas. Isso mostra a importância da pesquisa de campo no levantamento de quais empresas operam em Palmas-TO. Além disso, foi necessário obter o contato e materiais disponíveis pessoalmente com os responsáveis. Todavia, a caracterização tecnológica dos agregados foi de difícil acesso, sendo que se conseguiu apenas uma fonte de dados de ensaios, de forma que tão importante quanto a montagem da arquitetura do banco de dados, é a sua alimentação à posteriori.

Na pesquisa de campo foi confirmada a real necessidade de um mapeamento sistemático e contínuo das jazidas de brita, cascalho, aterro e areia, para a construção de vias de qualquer porte, de forma que o desconhecimento de jazidas licenciadas causam a interrupção de obras, o que foi verificado nas obras de pavimentação do município.

Por fim, a proposta metodológica para criação de um banco de dados em um Sistema de Informações Geográficas, aqui delineada se demonstrou interessante e passível se aplicada e ampliada para fins práticos para o planejamento racional do uso de agregados comerciais (ou não) localizados no município de Palmas/TO.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT (2005) *NBR 9935 – Agregados – Terminologia*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- Bernucci, L. B. e L. M. G. Motta e J. A. P. Ceratti e J. B. Soares (2010) *Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros*. Rio de Janeiro: Petrobrás: ABEDA, 2010. 3 Reimpressão. 504 f.
- Câmara, G. e C. B. Medeiros e M. A. Casa Nova e A. Hemerly e G. Magalhães (1996) *Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica*. Escola de Computação, SBC.
- Cardozo, F. A. C. e D. P. Cordova e M. M. Pimenta (2017) Uso de SIG no planejamento de jazidas de agregados para manutenção de estradas vicinais no município de Venâncio Aires/RS. *IX Seminário de engenharia geotécnica do Rio Grande do Sul - GEORS*. Caxias do Sul, RS.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. (2017) *Pesquisa CNT de Rodovias. Principais Dados*. Brasília.
- Ribeiro, A. J. A. e C. A. U. Silva e S. H. A. Barroso (2016) Metodologia para criação de um banco de dados georreferenciado a partir de dados geotécnicos obtidos em “as built” e projetos rodoviários. *Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, v. 12, n. 2, p. 1-13.
- Santos, C. A. (2014) *Caracterização de agregados pétreos para o uso em pavimentação asfáltica no estado do Tocantins*. 90 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Tocantins. Palmas – TO.
- Santos, L. F. (2000) *Cartografia geotécnica regional do município de Palmas/TO: área a oeste do meridiano 48° W.Gr*. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-072ª/00, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 150p.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. (2010) *Censo Demográfico da PAS - Pesquisa Anual de Serviços*. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/palmas/panorama>>. Acesso em: 27 de Maio de 2018.

Rafael Winicius da Silva e Sousa (rafaelwinicius.rw@gmail.com)

Diorde Lucas Nunes Oliveira (diordoliveira@gmail.com)

Janaina Lima de Araújo (janaina.araujo@uft.edu.br)

Marcus Vinicius Ribeiro e Souza (marcussouza@uft.edu.br)

Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Tocantins

Quadra 109 Norte, Avenida NS 15, ALCNO-14 – Plano Diretor Norte, Palmas, TO, Brasil.