

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS  
CAMPUS GOIÂNIA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

KELVIS DELUCA MARTINS LIMA

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DE  
MATERIAL GRANULAR PARA A PAVIMENTAÇÃO NA REGIÃO DE GOIÂNIA**

Goiânia, GO  
2022

**Kelvis Deluca Martins Lima**

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DE MATERIAL  
GRANULAR PARA A PAVIMENTAÇÃO NA REGIÃO DE GOIÂNIA**

**Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Coordenação de  
Engenharia Civil, do Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia de  
Goiás, Campus Goiânia, como parte dos  
requisitos necessários para obtenção  
do título de Bacharel em Engenharia  
Civil**

**Orientador: Prof. Dr. Antônio Henrique  
Capuzzo Martins**

Goiânia, GO  
2022

L734e Lima, Kelvis Deluca Martins.

Estudo de caso: análise qualitativa e quantitativa de material granular para a pavimentação na região de Goiânia / Kelvis Deluca Martins Lima. – Goiânia : Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2022.  
87f. : il.

Orientação: Prof. Dr. Antônio Henrique Capuzzo Martins.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

1. Pavimentação. 2. Jazidas. I. Martins, Antônio Capuzzo (orientação). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. III. Título.

CDD 625.8



**INSTITUTO FEDERAL**  
Goiás

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS**

### **TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

#### **Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |                                                                      |                                                         |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Tese                                        | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação                                 | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação                  | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |                                                         |

Nome Completo do Autor: Kelvis Deluca Martins Lima

Matrícula: 20171011050033

Título do Trabalho: Estudo de caso: análise qualitativa e quantitativa de material granular para a pavimentação na região de Goiânia

#### **Autorização - Marque uma das opções**

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.  
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.  
☐ Outra justificativa: \_\_\_\_\_

#### **DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia, 03/03/2022.  
Local      Data

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais



**INSTITUTO FEDERAL**  
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS  
CÂMPUS GOIÂNIA

Kelvis Deluca Martins Lima

**Estudo de caso: análise qualitativa e quantitativa de material granular para pavimentação na região de Goiânia**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Goiânia, como parte dos quesitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Membros da banca: Dr. Antônio Henrique Capuzzo Martins (orientador), Dr. Paulo Francinete Silva Júnior ; Me. Giovane Batalione.

Aprovado em 08 de Fevereiro de 2022.

Documento assinado eletronicamente por:

- Giovane Batalione, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 23/02/2022 13:48:15.
- Paulo Francinete Silva Junior, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/02/2022 17:32:09.
- Antonio Henrique Capuzzo Martins, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/02/2022 15:27:06.
- Matilde Batista Melo, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/02/2022 15:23:41.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 08/02/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 244165

Código de Autenticação: 3efc2d9ece



**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás**

Rua 75, nº 46, Centro, GOIÂNIA / GO, CEP 74055-110

(62) 3227-2736 (ramal: 2736)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à minha família por ter me apoiado e me incentivado durante esse período de monografia e no meu desenvolvimento acadêmico. Nessa fase do curso, todo apoio é essencial para a concretização desta etapa, que é muito importante.

Agradeço também ao professor Capuzzo por ter me orientado nesse trabalho e por ter tirado as minhas diversas dúvidas que eu tive durante o percurso.

Por fim, agradeço a todos que me ajudaram diretamente ou indiretamente com esse trabalho.

## RESUMO

### **Estudo de caso: análise qualitativa e quantitativa de material granular para a pavimentação na região de Goiânia**

AUTOR: Kelvis Deluca Martins Lima

ORIENTADOR: Antônio Henrique Capuzzo Martins

As obras de pavimentação são de suma importância para o progresso e desenvolvimento socioeconômico das regiões, vários fatores são levados em consideração para o desenvolvimento de um projeto, entre as etapas de execução destaca-se a caracterização de base e sub-base que necessitam da extração de materiais em reservas minerais denominadas jazidas. Este estudo tem como objetivo, a investigação de jazidas de cascalho existentes na região entorno de Goiânia, apresentando como resultado a viabilidade qualitativa e quantitativa.

Palavras-chave: Pavimentação; Base e Sub-base; Jazidas de cascalho

## **ABSTRACT**

**Case study: qualitative and quantitative analysis of granular material for paving in the region of Goiânia**

**AUTHOR: Kelvis Deluca Martins Lima**

**ADVISOR: Antônio Henrique Capuzzo Martins**

The paving works are of paramount importance for the progress and socio-economic development of the regions, several factors are taken into consideration for the development of a project between the stages of implementation highlights the characterization of base and sub-base which require the extraction materials in mineral reserves denominated Pools. This study aims to investigate existing gravel deposits in the region around Goiânia, presenting as a result the qualitative and quantitative feasibility.

**Keywords: Pavement; Base and Sub-base; Quarry gravel.**

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 01 - Localização das cascalheiras no entorno de Goiânia .....                            | 18 |
| Figura 02 - Localização geral das cascalheiras no entorno de Goiânia em círculos vermelhos..... | 19 |
| Figura 03 - Localização geral das cascalheiras J2A, J2B, J3A e J3B .....                        | 19 |
| Figura 04 - Localização das cascalheiras J1A, J1B, J5, J6, J7, J8A, J8B, J9, J10 .              | 20 |
| Figura 05 - Localização das cascalheiras J4 e J8B .....                                         | 20 |
| Figura 06 - Vista geral cascalheira J-1A.....                                                   | 21 |
| Figura 07 - Vista geral cascalheira J-1B .....                                                  | 22 |
| Figura 08 - Vista geral cascalheira J-2A .....                                                  | 22 |
| Figura 09 - Vista geral cascalheira J-2B .....                                                  | 23 |
| Figura 10 - Vista geral da Jazida J-3A.....                                                     | 24 |
| Figura 11 - Vista Geral da Jazida J-3B .....                                                    | 24 |
| Figura 12 - Vista Geral da Jazida J-4 .....                                                     | 25 |
| Figura 13 - Vista geral da jazida J-5.....                                                      | 26 |
| Figura 14 - Vista geral da jazida J-6 .....                                                     | 26 |
| Figura 15 - Vista geral da Jazida J-7.....                                                      | 27 |
| Figura 16 - Vista geral da Jazida J-8A.....                                                     | 28 |
| Figura 17 - Vista geral da Jazida J-8B.....                                                     | 28 |
| Figura 18 - Vista geral da Jazida J-9A.....                                                     | 29 |
| Figura 19 - Vista geral da Jazida J-10 .....                                                    | 30 |
| Figura 20 - Vista geral da Jazida J-11 .....                                                    | 30 |
| Figura 21 - Fluxograma das etapas .....                                                         | 31 |
| Figura 22 - Representação do cálculo do volume das jazidas.. ..                                 | 31 |
| Figura 23 - Síntese geológica de Goiás .....                                                    | 38 |
| Figura 24 - Área de extração de cascalho, município de Goiânia. ....                            | 41 |
| Figura 25 - Área de extração de cascalho em Goiânia .....                                       | 41 |
| Figura 26 - Extração de cascalho, município de Abadia de Goiás. ....                            | 42 |
| Figura 27 - Revestimento asfáltico subdividido em camadas .....                                 | 44 |

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 28 – Estrutura de um pavimento flexível .....                                                           | 47 |
| Figura 29 – Estrutura de um pavimento rígido.....                                                              | 47 |
| Figura 30 – Exemplo esquemático de depósito de aluvião com materiais diversos. .                               | 48 |
| Figura 31 – Imagem de satélite das jazidas J-01A e J-01B.....                                                  | 51 |
| Figura 32 – Vista geral da jazida J-1 .....                                                                    | 52 |
| Figura 33 – Imagem de satélite da viabilidade de transporte da J-1A e J1-B.....                                | 52 |
| Figura 34 – Mapa representando a distância de viabilidade de transporte da J-1 para as regiões de Goiânia..... | 53 |
| Figura 35 – Imagem de satélite das jazidas J-02A e J-02B.....                                                  | 54 |
| Figura 36 – Vista geral da jazida J-2 A .....                                                                  | 55 |
| Figura 37 – Vista geral da jazida J-2 B .....                                                                  | 55 |
| Figura 38 – Imagem de satélite das jazidas J-3A e J-3B .....                                                   | 57 |
| Figura 39 – Imagem de satélite da viabilidade de transporte da J-3A e J3-B.....                                | 58 |
| Figura 40 – Mapa representando a distância de viabilidade de transporte da J-3 para as regiões de Goiânia..... | 58 |
| Figura 41 – Imagem de satélite das jazida J-4 .....                                                            | 60 |
| Figura 42 – Vista geral da jazida J-4 .....                                                                    | 61 |
| Figura 43 – Imagem de satélite da viabilidade de transporte da J-4.....                                        | 61 |
| Figura 44 – Mapa representando a distância de viabilidade de transporte da J-4 para as regiões de Goiânia..... | 62 |
| Figura 45 – Imagem de satélite das jazida J-5 .....                                                            | 63 |
| Figura 46 – Imagem de satélite das jazida J-6 .....                                                            | 65 |
| Figura 47 – Vista geral da jazida J-6 .....                                                                    | 65 |
| Figura 48 – Imagem de satélite das jazida J-7 .....                                                            | 67 |
| Figura 49 – Vista geral da jazida J-7 .....                                                                    | 68 |
| Figura 50 – Vista geral da região do polígono azul da Figura 48 .....                                          | 68 |
| Figura 51 – Imagem de satélite das jazidas J-8A e J-8B .....                                                   | 70 |
| Figura 52 – Vista geral da jazida J-8A .....                                                                   | 71 |
| Figura 53 – Vista geral da jazida J-8B .....                                                                   | 71 |
| Figura 54 – Imagem de satélite das jazidas J-9 .....                                                           | 73 |
| Figura 55 – Mapa 3D do relevo da jazida J-9 .....                                                              | 74 |

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Figura 56 – Mapa 3D do relevo da jazida J-9 .....            | 75 |
| Figura 57 – Perfil de elevação do relevo da jazida J-9 ..... | 75 |
| Figura 58 – Imagem de satélite das jazidas J-10 .....        | 77 |
| Figura 59 – Vista por cima da jazida J-10 .....              | 78 |
| Figura 60 – Vista geral da jazida J-10 .....                 | 78 |
| Figura 61 – Imagem de satélite das jazidas J-11 .....        | 80 |
| Figura 62 – Vista geral da jazida J-11 .....                 | 80 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 01 - Caracterização de material para camada granular de pavimento..... | 32 |
| Tabela 02 - Resumo das características físicas e mecânicas da J1A e J1B ..... | 53 |
| Tabela 03 - Resumo das características físicas e mecânicas da J2A e J2B.....  | 56 |
| Tabela 04 - Resumo das características físicas e mecânicas da J3A e J3B.....  | 59 |
| Tabela 05 - Resumo das características físicas e mecânicas da J4 .....        | 62 |
| Tabela 06 - Resumo das características físicas e mecânicas da J5 .....        | 64 |
| Tabela 07 - Resumo das características físicas e mecânicas da J6 .....        | 66 |
| Tabela 08 - Resumo das características físicas e mecânicas da J7 .....        | 69 |
| Tabela 09 - Resumo das características físicas e mecânicas da J8A e J8B ..... | 72 |
| Tabela 10 - Resumo das características físicas e mecânicas da J9.....         | 76 |
| Tabela 11 - Resumo das características físicas e mecânicas da J10.....        | 79 |
| Tabela 12 - Resumo das características físicas e mecânicas da J11 .....       | 81 |
| Tabela 13 - Volume total de cascalho disponível .....                         | 82 |

## SUMÁRIO

|            |                                                          |           |
|------------|----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                  | <b>15</b> |
| <b>1.1</b> | <b>Contextualização e justificativa.....</b>             | <b>15</b> |
| <b>1.2</b> | <b>OBJETIVOS.....</b>                                    | <b>16</b> |
| 1.2.1      | Objetivo Geral.....                                      | 16        |
| 1.2.2      | Objetivos Específicos .....                              | 16        |
| <b>1.3</b> | <b>METODOLOGIA .....</b>                                 | <b>17</b> |
| 1.3.1      | Localização de ocorrências de material das jazidas ..... | 21        |
| 1.3.1.1    | Jazida J-01A – Trindade – GO .....                       | 21        |
| 1.3.1.2    | Jazida J-01B – Trindade – GO .....                       | 21        |
| 1.3.1.3    | Jazida J-2A – Senador Canedo – GO .....                  | 22        |
| 1.3.1.4    | Jazida J-2B – Senador Canedo – GO.....                   | 23        |
| 1.3.1.5    | Jazida J-3A – Bonfinópolis – GO .....                    | 23        |
| 1.3.1.6    | Jazida J-3B – Bonfinópolis – GO .....                    | 24        |
| 1.3.1.7    | Jazida J-4 – Bela Vista – GO .....                       | 25        |
| 1.3.1.8    | Jazida J-5 – Aragoiânia – GO.....                        | 25        |
| 1.3.1.9    | Jazida J-6 – Aragoiânia-GO – GO .....                    | 26        |
| 1.3.1.10   | Jazida J-7 – Abadia de Goiás – GO .....                  | 27        |
| 1.3.1.11   | Jazida J-8A – Abadia de Goiás – GO .....                 | 27        |
| 1.3.1.12   | Jazida J-8B – Abadia de Goiás – GO .....                 | 28        |
| 1.3.1.13   | Jazida J-09 – Abadia de Goiás – GO .....                 | 29        |
| 1.3.1.14   | Jazida J-10 – Abadia de Goiás – GO .....                 | 29        |
| 1.3.1.15   | Jazida J-11 – Abadia de Goiás – GO .....                 | 30        |
| 1.3.2      | Procedimentos .....                                      | 31        |
| <b>1.4</b> | <b>ESTRUTURA DO TRABALHO .....</b>                       | <b>34</b> |
| <b>2</b>   | <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>                        | <b>35</b> |
| <b>2.1</b> | <b>ASPECTOS GERAIS DA GEOLOGIA .....</b>                 | <b>35</b> |
| <b>2.2</b> | <b>CONTEXTO GEOLÓGICO DE GOIÁS.....</b>                  | <b>37</b> |
| <b>2.3</b> | <b>JAZIDAS E CASCALHOS .....</b>                         | <b>39</b> |
| <b>2.4</b> | <b>ASPECTO GERAL SOBRE PAVIMENTAÇÃO .....</b>            | <b>42</b> |

|            |                                                 |           |
|------------|-------------------------------------------------|-----------|
| <b>2.5</b> | <b>CAMADAS QUE CONSTITUEM O PAVIMENTO .....</b> | <b>44</b> |
| 2.5.1      | Bases e Sub-bases.....                          | 45        |
| 2.5.1.1    | Flexíveis e semi-rígidas .....                  | 46        |
| 2.5.1.2    | Rígidas .....                                   | 47        |
| 2.5.2      | Agregados .....                                 | 48        |
| <b>3.</b>  | <b>RESULTADOS E ANÁLISES .....</b>              | <b>50</b> |
| <b>3.1</b> | <b>JAZIDAS DE CASCALHO .....</b>                | <b>51</b> |
| 3.1.1      | Jazida J-1A e J-1B – Trindade – GO.....         | 51        |
| 3.1.2      | Jazida J-2A E J-2B – Senador Canedo – GO.....   | 54        |
| 3.1.3      | Jazida J-3A e J-3B – Bonfinópolis – GO.....     | 57        |
| 3.1.4      | Jazida J-4 – Bela Vista – GO.....               | 60        |
| 3.1.5      | Jazida J-5 – Aragoiânia – GO.....               | 63        |
| 3.1.6      | Jazida J-6 – Aragoiânia – GO.....               | 65        |
| 3.1.7      | Jazida J-7 – Abadia de Goiás – GO .....         | 67        |
| 3.1.8      | Jazida J-8A e J8B – Abadia de Goiás – GO .....  | 70        |
| 3.1.9      | Jazida J-09 – Abadia de Goiás – GO.....         | 73        |
| 3.1.10     | Jazida J-10 – Abadia de Goiás – GO.....         | 77        |
| 3.1.11     | Jazida J-11 – Abadia de Goiás – GO.....         | 80        |
| <b>3.2</b> | <b>RESUMO DOS RESULTADOS .....</b>              | <b>82</b> |
| <b>4.</b>  | <b>CONCLUSÃO.....</b>                           | <b>83</b> |
| <b>5.</b>  | <b>TRABALHOS FUTUROS.....</b>                   | <b>85</b> |
| <b>6.</b>  | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                         | <b>86</b> |

## **1 INTRODUÇÃO**

Este capítulo aborda a temática da necessidade de avaliar os materiais granulares constituídos nas camadas de pavimentação e apresenta a estruturação deste trabalho.

### **1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA**

Os materiais para as camadas de base e sub-base de pavimentos, como agregados, são elementos fundamentais e estratégicos para os centros urbanos. Ter conhecimento de onde há esses materiais com características adequadas para a produção desse tipo estrutura, em uma distância acessível, influencia na redução dos custos, consequentemente, tornando-se viável (BASITEC/DERMU, 2005; CENTRO DE DOCUMENTAÇÃO E INFORMAÇÃO, 2014).

Para La Serna e Rezende:

A indústria de agregados minerais proporciona insumos para a infra-estrutura urbana, industrial e malha viária nacional, de maneira a atender à crescente demanda por espaços urbanizados e localidades com acessibilidade para redes de transporte de bens, informações, energia e água [...] Há uma interface estreita entre o consumo de minerais agregados na sociedade e o padrão de vida desfrutado por uma população (LA SERNA; REZENDE, 2013, p. 605).

Segundo Quaresma (2009), como os custos financeiros da lavra e do transporte são caros, usualmente as áreas em potencial para exploração ocorrem envolta dos núcleos urbanos. Entretanto com o crescimento das cidades, variáveis ocupações e questões ambientais, surge uma certa dificuldade de encontrar material granular, como o cascalho, nos grandes centros urbanos ou próximo a eles.

Segundo La Serna e Rezende “o crescimento populacional e o crescimento da quantidade de bens e serviços transacionados num país é um processo que ocorre concomitantemente ao consumo de minerais para uso direto na construção civil” (LA SERNA; REZENDE, 2013, p. 605). Segundo os autores, a construção civil é fortemente influenciada pela consequência da demanda de bens minerais decorridos do crescimento urbano e populacional.

Goiânia, criada para ser a nova capital de Goiás na década de 1930, foi planejada para abrigar cerca de 50 mil habitantes, chegando a 150 mil em 1960. No entanto, nas últimas décadas, a capital goiana, passou por um processo rápido de crescimento populacional, passando a ter 1,5 milhão de habitantes. Dessa forma, o setor da construção civil e de infraestrutura, como pavimentos, demandam cada vez mais de insumos (IBGE, 2021; GOLLMANN *et al.*, 2016).

Essa realidade requer estudos os quais avaliam o volume disponível de materiais granulares naturais ou pétreo, para a utilização em camadas de pavimentos.

Devido a necessidade de investigar sobre as jazidas de cascalho existentes na região entorno de Goiânia, essa pesquisa se justifica através do estudo de caso de análise qualitativa e quantitativa de material granular em contribuição para à engenharia civil, a utilidade de saber o volume útil existente e a qualidade do material que as jazidas vão fornecer.

## **1.2 OBJETIVOS**

Os objetivos deste trabalho são subdivididos em objetivo geral e objetivos específicos.

### **1.2.1 Objetivo Geral.**

Investigar sobre as jazidas de cascalho existentes na região entorno de Goiânia, apresentando como estudo o volume útil existente e analisando a qualidade do material que essas jazidas podem oferecer.

### **1.2.2 Objetivos Específicos.**

Definiu-se os seguintes objetivos específicos:

- a) Realizar mapeamento da região estudada.
- b) Analisar o volume útil graficamente, existente em cada jazida.
- c) Estudar a viabilidade do fornecimento de material de cada jazida.

### 1.3 METODOLOGIA

Neste estudo apresenta-se a relação de todas as jazidas estudadas neste trabalho, bem como a sua localização no entorno do município de Goiânia, e o volume identificado em cada jazida.

O estudo realizado no entorno do município de Goiânia, apontam as jazidas de material adequado para utilização em pavimentação sejam em camadas de base ou sub-base, que estão quase totalmente exploradas, existindo na maioria dos casos pequenas ocorrências que devido ao volume reduzido ou pelo baixo índice de suporte do material, não podem ser consideradas como jazidas de material adequado para pavimentação.

Com base nos dados obtidos em entrevistas com técnicos e em informações seguras direta ou indiretamente relacionadas à área de pavimentação, essas informações podem nos fornecer informações confiáveis sobre a possível ocorrência de materiais de pavimentação.

Para a caracterização das ocorrências identificadas, foi realizado o estudo individualizado de cada jazida, constituído por sondagem e coleta de material para ensaios laboratoriais. A sondagem das áreas identificadas foi realizada segundo métodos convencionais mediante o emprego de pá e picareta, e em algumas situações com o auxílio de equipamento mecânico. Para a execução da sondagem foi lançada uma malha reticulada, constituída por quadrado de 30 m de lado, em que em cada nó da referida malha, constituía-se um furo de sondagem.

Em cada perfuração de sondagem realizada, os materiais da camada que foram detectados foram de forma prestímana. Para as características geotécnicas do local de ocorrência, foram coletadas amostras de 25% do total de furos de sondagem realizados.

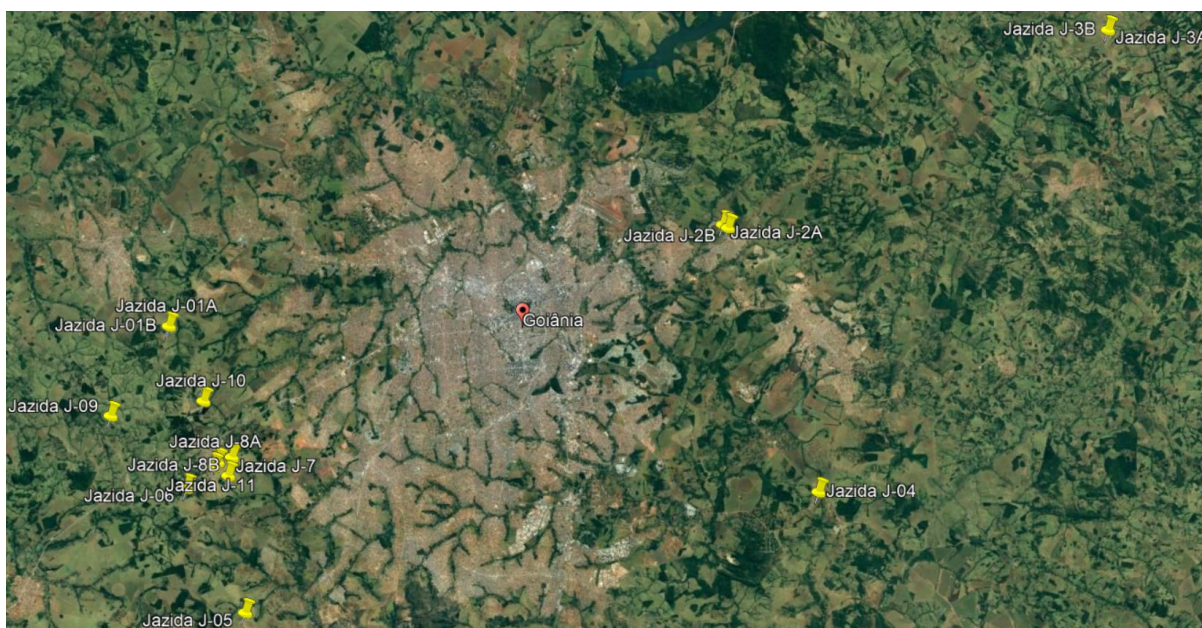
A metodologia utilizada no presente trabalho, foi efetuado a nova caracterização das jazidas, e um comparativo com relatório base de 2005 do Basitec/Dermu, a fim de verificar a realidade atual da mesma e da possibilidade de fornecimento. Existem jazidas localizadas no município de Goiânia, Abadia de Goiás, Bela Vista, Bonfinópolis, Trindade, Senador Canedo e Aragoiânia.

Toda metodologia foi realizada por visita em campo, entrevistas, tratamento por imagens de satélite e o estudo da análise qualitativa foi baseado na análise do relatório da Basitec/Dermu.

No levantamento por imagem, foi realizado a compatibilidade em escala, para verificação de quantitativos, utilizando ferramenta do Google Earth e um programa compatível de CAD DESIGN.

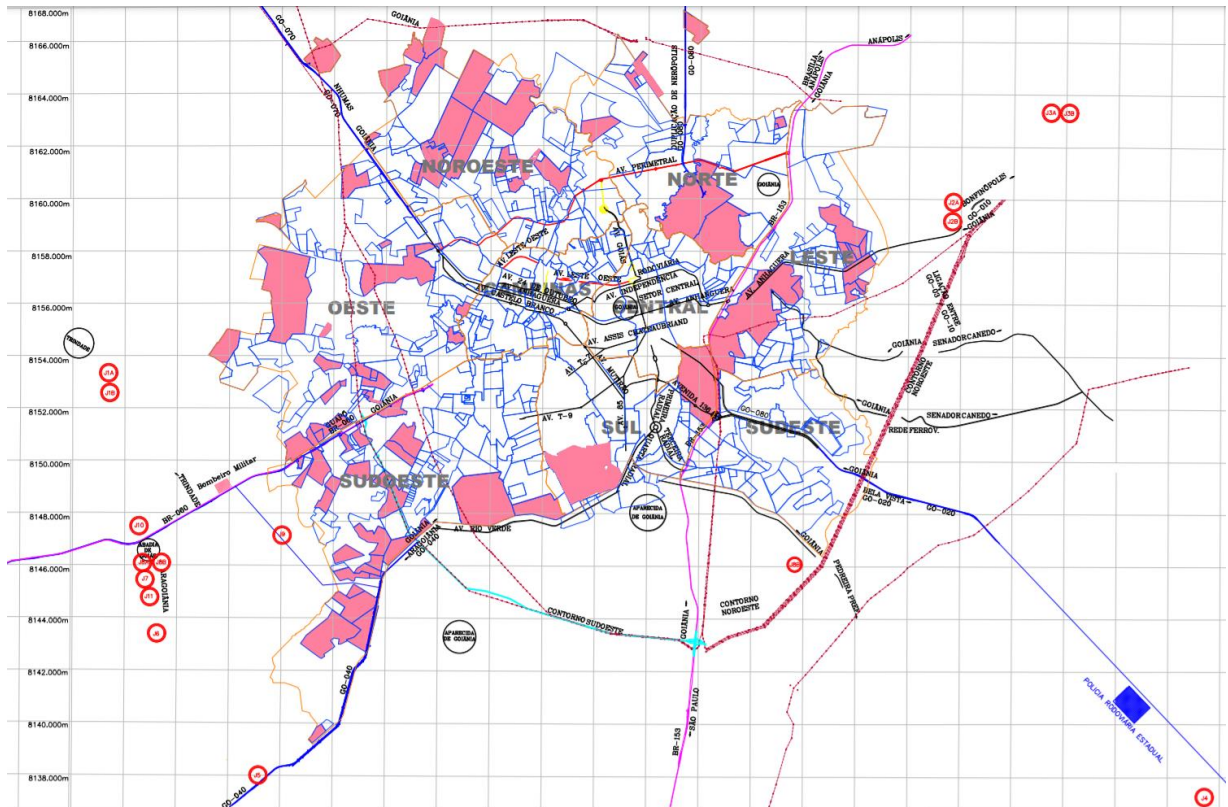
Nas figuras 01 e 02 apresentam a localização das cascalheira no entorno de Goiânia:

**Figura 01** - Localização das cascalheiras no entorno de Goiânia.



Fonte: *Software* Google Earth.

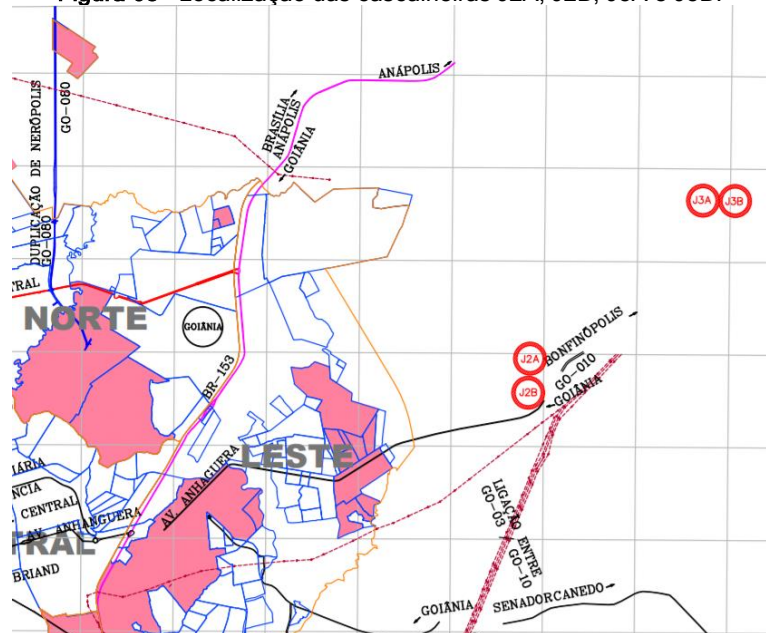
**Figura 02 - Localização das cascalheiras em círculos vermelhos no entorno de Goiânia.**



Fonte: BASITEC/DERMU.

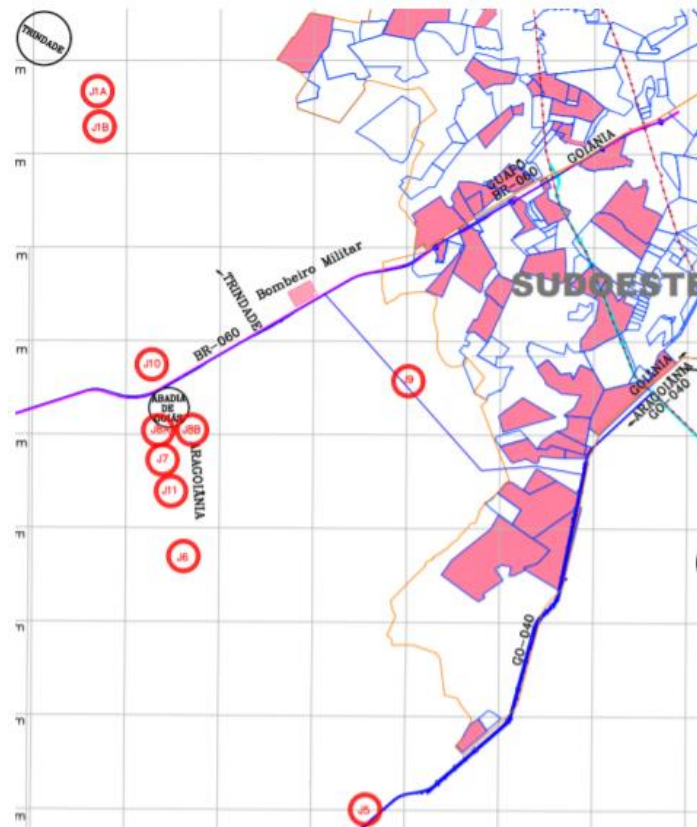
Nas figuras 03, 04 e 05 são apresentados uma visão mais de perto do mapa apresentado na figura 02.

**Figura 03 - Localização das cascalheiras J2A, J2B, J3A e J3B.**



Fonte: BASITEC/DERMU.

**Figura 04** - Localização das cascalheiras J1A, J1B, J5, J6, J7, J8A, J8B, J9, J10 e J 11.



Fonte: BASITEC/DERMU.

**Figura 05** - Localização das cascalheiras J4.



Fonte: BASITEC/DERMU.

### **1.3.1. Localização de ocorrências de material das jazidas**

#### **1.3.1.1. Jazida J-1A – Trindade – GO**

A jazida J-1A está localizada no município de Trindade-GO, distante 23 km do trevo da Av. Castelo Branco com a rodovia GO-060, que liga os municípios de Goiânia à Trindade-GO. Esta jazida pode ser localizada através das seguintes coordenadas, E: 664148 e N: 8153109, obtidas através do uso de aparelho GPS. Na figura 06 é apresentada uma vista geral da jazida J-1A.

**Figura 06** – Vista geral cascalheira J-1A.



Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

#### **1.3.1.2. Jazida J-1B – Trindade – GO**

A jazida J-1B está localizada no município de Trindade-GO, distante 23 km do trevo da Av. Castelo Branco com a rodovia GO-060, que liga os municípios de Goiânia a Trindade-GO. Esta jazida pode ser localizada através das seguintes coordenadas, E: 664148 e N: 8153109, obtidas através do uso de aparelho GPS. Na figura 07 é apresentada uma vista geral da jazida J-1B. Na figura 07 é apresentada uma vista geral da jazida J-1B.

**Figura 07** -Vista geral cascalheira J-1B.



Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

#### **1.3.1.3. Jazida J-2A – Senador Canedo – GO**

A jazida J-2A está localizada no município de Senador Canedo, distante 9,1km do trevo da Av. Anhanguera com a BR-153, às margens da GO-010. Esta jazida pode ser localizada através das seguintes coordenadas, E: 696564 e N: 8158721, obtidas através do uso de aparelho GPS. Na figura 08 é apresentada uma vista geral da jazida J-2A.

**Figura 08** - Vista geral cascalheira J-2A.



Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

#### 1.3.1.4. Jazida J-2B – Senador Canedo – GO

A jazida J-2B está localizada no município de Senador Canedo, distante 9,1km do trevo da Av. Anhanguera com a BR-153, às margens da GO-010. Esta jazida pode ser localizada através das seguintes coordenadas, E: 696848 e N: 8158530, obtidas através do uso de aparelho GPS. Na figura 09 é apresentada uma vista geral da jazida J-2B.

**Figura 09-** Vista geral cascalheira J-2B.



Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

#### 1.3.1.5. Jazida J-3A – Bonfinópolis – GO

A jazida J-3A está localizada no município de Bonfinópolis - GO, distante 31 km do final da duplicação da rodovia GO-010 que liga as cidades de Goiânia à Leopoldo de Bulhões. Esta jazida pode ser localizada através das seguintes coordenadas, E: 719068 e N: 8169779, obtidas através do uso de aparelho GPS. Na figura 10 é apresentada uma vista geral da jazida J-3A.

**Figura 10** - Vista geral da Jazida J-3A.



Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

#### **1.3.1.6. Jazida J-3B – Bonfinópolis – GO**

A jazida J-3B está localizada no município de Bonfinópolis - GO, distante 31 km do final da duplicação da rodovia GO-010 que liga as cidades de Goiânia à Leopoldo de Bulhões. Esta jazida pode ser localizada através das seguintes coordenadas, E: 719068 e N: 8169779, obtidas através do uso de aparelho GPS. Na figura 11 é apresentada uma vista geral da jazida J-3B.

**Figura 11** - Vista Geral da Jazida J-3B.



Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

#### **1.3.1.7. Jazida J-4 – Bela Vista – GO**

A jazida J-4 está localizada no município de Bela Vista - GO, distante 17 km do cruzamento da rodovia BR-153 com GO-020 que liga as cidades de Goiânia a Bela Vista. Esta jazida pode ser localizada através das seguintes coordenadas, E: 702013 e N: 8143164, obtidas através do uso de aparelho GPS. Na figura 12 é apresentada uma vista geral da jazida J-4.

**Figura 12** - Vista geral da Jazida J-4.



Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

#### **1.3.1.8. Jazida J-5 – Aragoiânia – GO**

A jazida J-5 está localizada no município de Aragoiânia - GO, distante 0,39 km do eixo da GO-040 que liga as cidades de Goiânia a Aragoiânia. Esta jazida pode ser localizada através das seguintes coordenadas, E: 668478 e N: 8136448, obtidas através do uso de aparelho GPS. Na figura 13 é apresentada uma vista geral da jazida J-5.

**Figura 13** - Vista geral da jazida J-5.



Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

#### **1.3.1.9. Jazida J-6 – Aragoiânia - GO**

A jazida J-6 está localizada no município de Aragoiânia - GO, distante 1,0 km do eixo da GO-469 e a 3,0km de Abadia de Goiás, a GO-439 liga as cidades de Abadia de Goiás a Aragoiânia. Esta jazida pode ser localizada através das seguintes coordenadas, E: 665132 e N: 8143708, obtidas através do uso de aparelho GPS. Na figura 14 é apresentada uma vista geral da jazida J-6.

**Figura 14** - Vista geral da Jazida J-6.



Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

#### **1.3.1.10. Jazida J-7 – Abadia de Goiás – GO**

A jazida J-7 está localizada no município de Abadia de Goiás - GO, distante 1,0 km do eixo da GO-469 e a 1,1km de Abadia de Goiás, a GO-439 liga as cidades de Abadia de Goiás a Aragoiânia. Esta jazida pode ser localizada através das seguintes coordenadas, E: 667566 e N: 8144404, obtidas através do uso de aparelho GPS. Na figura 15 é apresentada uma vista geral da jazida J-7.

**Figura 15** – Vista geral da Jazida J-7.



Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

#### **1.3.1.11. Jazida J-8A – Abadia de Goiás – GO**

A jazida J-8A está localizada no município de Abadia de Goiás - GO, distante 1,0 km do eixo da GO-469 e a 0,8km de Abadia de Goiás, a GO-439 liga as cidades de Abadia de Goiás a Aragoiânia. Esta jazida pode ser localizada através das seguintes coordenadas, E: 666962 e N: 8145210, obtidas através do uso de aparelho GPS. Na figura 16 é apresentada uma vista geral da jazida J-8A.

**Figura 16** – Vista geral da Jazida J-8A.



Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

#### **1.3.1.12. Jazida J-8B – Abadia de Goiás – GO**

A jazida J-8B está localizada no município de Abadia de Goiás - GO, distante 1,0 km do eixo da GO-469 e a 0,8km de Abadia de Goiás, a GO-439 liga as cidades de Abadia de Goiás a Aragoiânia. Esta jazida pode ser localizada através das seguintes coordenadas, E: 667791 e N: 8145480, obtidas através do uso de aparelho GPS. Na figura 17 é apresentada uma vista geral da jazida J-8B.

**Figura 17** – Vista geral da Jazida J-8B.



Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

#### **1.3.1.13. Jazida J-9 Abadia de Goiás – GO**

A jazida J-9 está localizada no município de Abadia de Goiás - GO, na fazenda cajueiro, distante 1,7 km do eixo da BR-060 na via GYN-23, via vicinal que liga a BR-060 ao setor Garavelo, esta via está localizada a 300m (a esquerda) antes do posto do corpo de bombeiros militar situado na BR-060, que liga os municípios de Goiânia e Abadia de Goiás. Esta jazida pode ser localizada através das seguintes coordenadas, E: 660653 e N: 8147933, obtidas através do uso de aparelho GPS. Na figura 18 é apresentada uma vista geral da jazida J-9.

**Figura 18 – Vista geral da Jazida J-9.**



Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

#### **1.3.1.14. Jazida J-10 – Abadia de Goiás – GO**

A jazida J-10 está localizada no município de Aragoiânia - GO, distante 1,0 km do eixo da GO-469 e a 1,5km a direita da BR-060 no município de Abadia de Goiás, a GO- 439 liga as cidades de Abadia de Goiás a Trindade - GO. Esta jazida pode ser localizada através das seguintes coordenadas, E: 666159 e N: 8148745, obtidas através do uso de aparelho GPS. Na figura 19 é apresentada uma vista geral da jazida J-10.

**Figura 19 – Vista geral da Jazida J-10.**



Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

#### **1.3.1.15. Jazida J-11 – Abadia de Goiás – GO**

A jazida J-11 está localizada no município de Aragoiânia - GO, distante 0.3 km do eixo da GO-469 e a 1,5km do município de Abadia de Goiás, a GO-439 liga as cidades de Abadia de Goiás a Aragoiânia - GO. Esta jazida pode ser localizada através das seguintes coordenadas, E: 666714 e N: 8144921, obtidas através do uso de aparelho GPS. Na figura 20 é apresentada uma vista geral da jazida J-11.

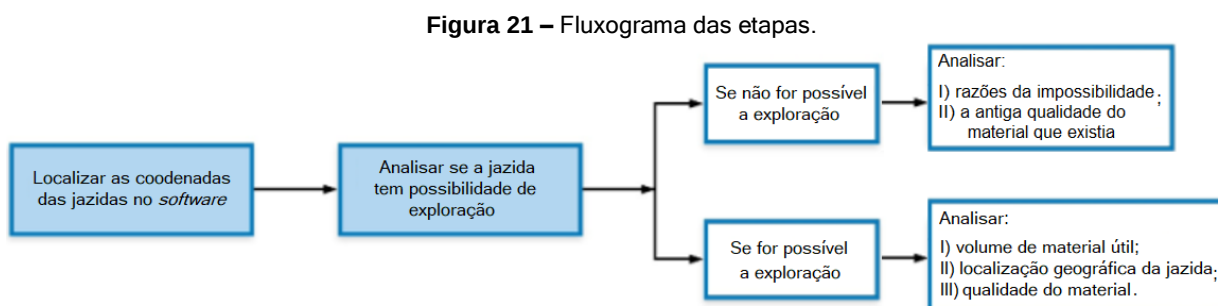
**Figura 20 – Vista geral da Jazida J-11.**



Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

### 1.3.2. Procedimentos

O planejamento das etapas necessárias, para atender o objetivo do trabalho, consta representado no fluxograma da Figura 21.



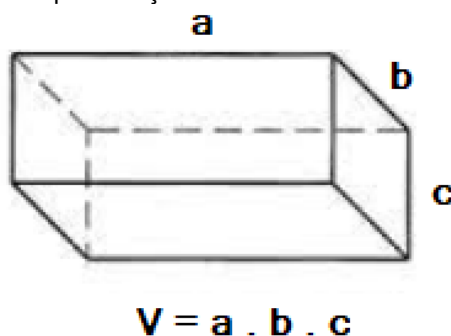
Fonte: Autoria própria.

Como representado no fluxograma, as jazidas que foram identificadas como não possíveis de extração, foi feito uma análise das razões das impossibilidades e em seguida, a análise qualitativa do antigo material granular que havia através do relatório da Basitec/Dermu de 2005 sobre as jazidas estudadas.

Para as jazidas identificadas como possível exploração, inicialmente foi calculado o volume estimado de cascalho disponível para exploração, o qual foi calculado a partir da área da jazida obtida através do *software* Google Earth multiplicado pela espessura média utilizável de cascalho de cada jazida obtida através do relatório da Basitec/Dermu.

A fórmula do volume é representada pela figura 22, em que A e B representam a área da região e C a espessura:

**Figura 22 – Representação do cálculo do volume das jazidas.**



Fonte: Autoria própria.

Após calcular o volume, foi comparado o percentual de cascalho disponível com o valor relato pelo relatório da Basitec/Dermu. Em seguida, foi feita uma análise da localização geográfica da jazida para saber quais regiões de Goiânia seriam mais vantajosas receber os cascalhos disponíveis, pois segundo o relatório da Basitec/Dermu, o custo-benefício de extração e logística de cascalho de uma jazida para um local de aplicação de pavimento é de até 40 km (quilômetro) de distância, acima desta distância, os gastos de exploração e transporte ficam elevados, não compensando a extração. Desse modo, foi criada uma circunferência com raio de 40 km a partir das jazidas com cascalho disponível no Google Earth para saber quais regiões de Goiânia compensaria o transporte de cascalhos.

Por fim, houve a análise qualitativa, com base dos dados das jazidas no relatório da Basitec/Dermu de 2005. O que foi analisado é principalmente o “*California Bearing Ratio*” (CBR), conhecido no Brasil como Índice Suporte Califórnia (ISC) e a expansão que foi resultada deste ensaio. O ensaio de ISC é um dos mais conhecidos para o dimensionamento de pavimentos, segundo Valejos *et al.* (2005).

Para determinar se o material granular é adequado para a utilização da base e da sub-base do pavimento, foi usado os critérios do DNIT (2010a; 2010b, 2022; 2010c), como representado na Tabela 01, o qual estabelece que para a camada de base, o CBR deverá ser maior ou igual a 80% e a expansão menor ou igual a 0,5%; e para a camada de sub-base, o CBR deverá ser maior ou igual a 20% e a expansão menor ou igual a 1%.

**Tabela 01** - Caracterização de material para camada granular de pavimento

| CAMADA   | EXPANSÃO (%) | CBR       |
|----------|--------------|-----------|
| base     | $\leq 0,5$   | $\geq 80$ |
| sub-base | $\leq 1$     | $\geq 20$ |

Fonte: DNIT, 2010a; 2010b, 2022; 2010c.

Além disso, foi determinado para qual tipo de tráfego de veículos o material granular será mais adequado, também utilizado os parâmetros do DNIT:

- ISC da base com limite mínimo de 40%: tráfego cujo número (N) de repetições do eixo simples padrão seja  $N \leq 2,5 \times 10^6$  (tráfego leve);
- ISC com limite mínimo de 60%: tráfego cujo número (N) de repetições do eixo simples padrão esteja entre  $2,5 \times 10^6 \leq N \leq 5,0 \times 10^6$  (tráfego médio);
- ISC com limite mínimo de 80%: tráfego cujo número (N) de repetições do eixo simples padrão seja  $N \geq 5,0 \times 10^6$  (tráfego pesado).

Vale ressaltar que o órgão Dermu (Departamento Estradas Rodagem Município De Goiânia) na época, exigiu somente a análise estatística considerando material granular com mistura de 2% de cimento em peso, dessa forma, a empresa Basitec apenas realizou ensaios com a mistura de 2% de cimento. A mistura do solo local com cimento, segundo a empresa, tem como objetivo viabilizar a execução da pavimentação a um custo mais baixo e evitar a utilização de materiais granulares provenientes de jazidas cujo transporte encarece a sua utilização, pois o cimento promove o aumento da resistência e redução na plasticidade e na expansão.

O emprego de misturas de solo-cimento em bases para pavimentação surge do fato de que em muitas obras viárias, não se encontram materiais que atendem as especificações disponíveis a um custo razoável, em função de grandes distâncias de transporte e aquisição. Assim, a estabilização do solo com cimento é um procedimento construtivo que confere grande robustez à estrutura do pavimento, e proporciona uma melhor difusão das tensões sobre o sub-leito, causada pela relativa capacidade de resistir a esforços de tração na flexão da camada estabilizada, o que não é uma característica peculiar de solo e agregados (ou materiais granulares) simplesmente compactados, o propósito da mistura de solo-cimento é proporcionar uma mistura de elevada resistência, podendo ser empregada como camada de base em vários tipos de pavimentos.

#### **1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO**

A seguir, são apresentados a estruturação do trabalho com seus respectivos capítulos:

Capítulo 1 foram expostas as considerações iniciais, justificativas da pesquisa, a metodologia de pesquisa a ser utilizada no trabalho e a estrutura do trabalho.

No Capítulo 2 foi apresentada uma revisão da literatura sobre a temática de geologia, pavimentação e de materiais granulares.

No capítulo 3 são descritos os resultados e análises.

No Capítulo 4 é apresentado a conclusão da pesquisa desenvolvida.

No Capítulo 5 é apresentado sugestões pra trabalhos futuros.

Posteriormente, são apresentadas as referências bibliográficas.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

São descritos os conceitos relativos à pavimentação e de materiais granulares.

### 2.1. ASPECTOS GERAIS DA GEOLOGIA

A Geologia tem a importância para a engenharia de provimento de informações essenciais, como conhecer a composição e o relevo do local, para a aplicação do solo na área de construção civil. (IAEG, 1976 apud ZUQUETTE, 1987).

Segundo Geoesp (2018 apud MARAGON, 2018):

[...] O conhecimento da formação geológica do local, o estudo das rochas, solos e minerais, bem como a verificação da presença e posicionamento do lençol freático, são fatores fundamentais. Como se sabe, em se tratando de solos e rochas, a heterogeneidade é a regra e a homogeneidade a exceção. Os estudos são, pois indispensáveis para se alcançar uma boa engenharia, ou seja, aquela que garanta a necessária condição de segurança e economia. (GEOESP, 2018 apud MAGARON, 2018, p. 15).

É interessante, aliás, relacionar esse assunto citado acima, com a necessidade de analisar quantitativamente e qualificativamente as jazidas de material granular. Pois, o autor deixa claro, que é importante considerar que o estudo sobre materiais granulares para as diversas áreas da engenharia, inclusive para a pavimentação, é fundamental para o asseguramento de condições de segurança, efetividade e economia.

Fábio Augusto Gomes Vieira Reis *et al.* afirmam que:

A Geologia de Engenharia, por outro lado, integra, com a Mecânica dos Solos e com a Mecânica das Rochas, alimentando-se reciprocamente, o grande campo da Geotecnia, que reúne todo o ferramental científico e tecnológico para o mais correto equacionamento, dimensionamento e execução de obras de engenharia, no que diz respeito a suas relações com os terrenos e materiais naturais com os quais interferem. (REIS *et al.*, 2019, p. 124).

Isto posto, conforme citado acima, é importante ressaltar a importância da geologia para engenharia civil como forma de garantir o material com características adequadas para a utilização das atividades dessa área. Portanto, por precisar realizar investigações das características desses materiais granulares, é notório que isso necessita de estudos de análise desse assunto (REIS *et al.*, 2019).

Conforme Zuquette (1987), as particularidades dos solos, rochas e os processos de formação, por exemplo, naturais ou artificiais, desses elementos vão ser estudados e fornecidos pela Geotecnia. Ademais, a análise da especificação geotécnica de uma determinada área vai ser realizada pela Geotecnia Regional, a qual gera princípios de zoneamento geotécnico. Dessa forma, conforme o autor, a área de geologia, ao buscar a particularização dos materiais dos solos e rochas, pode desenvolver um ótimo planejamento e geração de projetos que vão poder originar uma melhor utilização dos meios físicos do ambiente, não sendo predatório ou agressivo para este. Por fim, os mapeamentos geotécnicos vão organizar as informações geológico-geotécnicos obtidos através da Geologia de Engenharia.

Prandini; Freitas; Nakazawa (1992) esclarecem que os mapas geotécnicos são definidos como mapas geológicos os quais caracterizam os componentes importantes do planejamento e projetos para a utilização do solo. Sendo um trabalho multidisciplinar e interdisciplinar, o qual engloba diversas áreas, como a ciência de mecânica dos solos, geologia, engenharia civil, arquitetura, planejamento urbano e climatologia.

Sendo assim, conforme explicado acima, para a Geologia de Engenharia é importante saber as características físico-química do material do solo ou rochoso, sendo essencial para a produção de planejamento e projeto adequados para uma boa condução da engenharia. Por isso, fica evidente da necessidade de estudos ferramental científico e tecnológico os quais analisem as informações geológica-geotécnicas de rochas e solos. Além disso, o autor deixa claro, que pode gerar mapas geológicos para caracterizar o material em análise. Espera-se, dessa forma, com a realização desses estudos, ter-se um melhor uso de recursos naturais do ambiente.

## 2.2. CONTEXTO GEOLÓGICO DE GOIÁS.

A individualização geográfica acontece no núcleo cristalino goiano, um exemplo de bombeamento tectônico no Brasil, o qual se refere a um complexo de sedimentos dobrados, que sofreram falhas e perfurações, que comporta como um grande geossinclíneo. O núcleo cristalino goiano se comporta como divisor das macrobacias Amazônica e Platina e contribui na disposição das bacias sedimentares do Brasil Setentrional. Os fenômenos tectônicos resultam nessa estrutura regional, que participa na organização da morfologia e na interpretação do arranjo da paisagem (CASSETI, 1979).

O Planalto Central Goiano conforme Maria Amelia Leite Nascimento:

Localizado na porção centro-leste do Estado, essa grande unidade geomorfológica é associada às áreas de dobramentos e rejuvenescimentos Brasileiros, representada pelo grande complexo estrutural pré-cambriano. Trata-se de um dos mais notáveis e salientes blocos de maciço antigo do território brasileiro. Caracteriza-se por uma intrincada variedade de formas de relevo, e por uma diversidade muito grande de rochas metamorfizadas, por sua estrutura complicada por falhamentos intrusões, metamorfismo, e por grande variação nas cotas altimétricas, que vão de 400 a 1200m aproximadamente (NASCIMENTO, 1991, p. 7).

O Planalto Central Goiano pode ser dividido em, Planalto do Distrito Federal, Planalto do Alto Tocantins-Paranaíba, Planalto Rebaixado de Goiânia e Depressões Intermontanas. A cidade de Goiânia, junto com algumas cidades do entorno, está localizada no Planalto Rebaixado de Goiânia, o qual compreende um espaçoso planalto rebaixado e dissecado, esculpido em litologias pré-cambrianas diversas. Predominando, na região meridional e do norte, os micaxistos e quartzitos do Grupo Araxá; e no sul dominam os gnaisses e granodioríticas (NASCIMENTO, 1991; MOREIRA *et al.*, 2008).

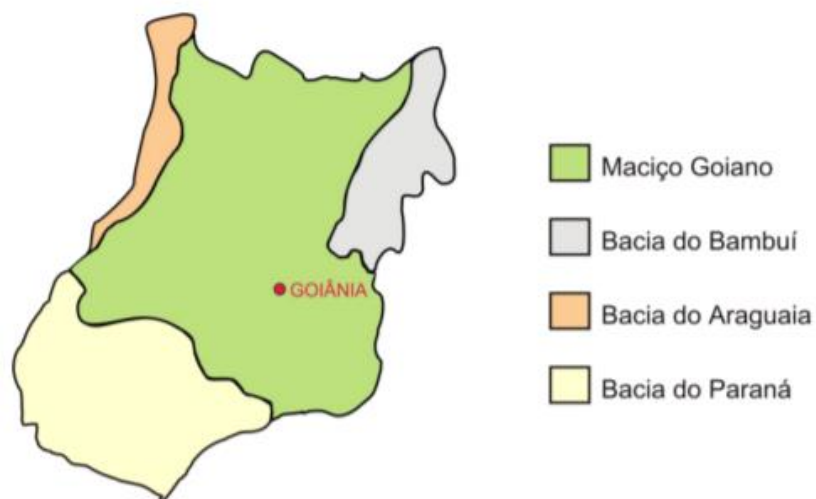
### Segundo Basitec/Dermu:

O estado de Goiás encontra-se representado por vasta área cratônica (maciço goiano), constituída por rochas pré-cambrianas. [...] O extenso craton goiano acha-se representado por rochas datadas do pré-cambriano, caracterizadas pelo complexo basal, grupo Araxá e formação Canastra, além do grupo Tocantins (BASITEC/DERMU, 2005, p. 15).

Na figura 23, é apresentada a síntese geológica de Goiás, a qual mostra a cidade de Goiânia na região do Maciço Goiano.

**Figura 23** - Síntese Geológica de Goiás.

### SÍNTESE GEOLÓGICA DE GOIÁS



Fonte: CASSETI, 1979.

Segundo Basitec/Dermu (2005), Goiânia apresenta duas unidades litoestratigráficas. A primeira é o Grupo Araxá sul de Goiás, a qual apresenta faixas dobradas, sendo constituído essencialmente por micaxisto. A segunda unidade é o Grupo Granulíticos Anápolis/Itauçu, a origem dos grupos graníticos pode acontecer na dependência do grau de granitização que afeta as rochas, podendo aparecer xisto possuindo muscovita, sericita, clorita e epidoto, associados a milonitos e cataclasitos que caracterizam as brechas tectônicas.

## 2.3. JAZIDAS E CASCALHOS

Para Gollmann *et al.* (2016), denomina-se cascalho os seixos, que originam dos fragmentos de rochas já existentes, e estão dentro de uma faixa de granulometria a qual varia entre 2 a 256 mm de diâmetro. Esta classificação de seixo, é considerada como agregado graúdo, que possui diversas finalidades no campo da engenharia civil, como na produção de concreto, no preenchimento de leito ou camada da base ou sub-base do asfalto das estradas de rodovias. O cascalho, quando é extraído, geralmente é transportado por caminhões os quais fazem o deslocamento do material granular das cascalheiras até às áreas diretas de aplicação ou de depósitos. Dessa forma, é recomendado que a distância adequada das jazidas até o local de aplicação seja considerada na questão de logística. (DNIT, 2006; GOLLMANN *et al.*, 2016).

Nivaldo Chiossi afirma que:

A exploração de uma pedreira ou de um depósito de argila, areia ou cascalho depende de três fatores básicos:

- a] qualidade do material;
- b] volume de material útil;
- c] localização geográfica da jazida. (CHIOSSI, 2016, p. 71).

É importante ressaltar que, conforme citado acima, para ter uma boa logística na distribuição de cascalho do local da jazida até o local de aplicação, o autor deixa claro que é recomendado ter conhecimento prévio sobre a qualidade e o volume do cascalho e a localização geográfica da cascalheira. Nesse sentido, entende-se a necessidade de realizar estudos sobre as jazidas de cascalho existentes na região do entorno de Goiânia.

Para o Centro de Documentação e Informação:

Em um futuro próximo, com a expansão das grandes cidades e a criação de Unidades de Conservação próximas, áreas de lazer e cinturões verdes, a tendência é que os "minerais" denominados agregados (areia, cascalho e brita), aplicados na construção civil e em muitas obras públicas, como vias e saneamento básico, se tornarão estratégicos e deveremos pensar em planejar o futuro que desejamos para os grandes centros urbanos (CENTRO DE DOCUMENTAÇÃO E INFORMAÇÃO, 2014, p. 174-175).

É interessante, aliás, relacionar as ideias dos autores citados acima, ao analisar o volume, qualidade e a localização das jazidas de cascalhos, é possível planejar e criar estratégias para a coordenação da utilização de cascalho. Para o planejamento urbano, é fundamental realizar estudos sobre esse material granular (CENTRO DE DOCUMENTAÇÃO E INFORMAÇÃO, 2014; CHIOSSI, 2016).

Uma das principais áreas de atuação da geologia para engenharia, conforme Reis *et al.* (2019) são os trabalhos de prospecção e em pesquisas para avaliação de jazidas minerais. Dessa forma, através da área geotécnica, é possível realizar trabalhos e pesquisas para investigar as jazidas de cascalhos para saber, por exemplo, as propriedades qualificativas e quantitativas dos cascalhos para o assecuramento das características adequadas para a pavimentação asfáltica.

Basitec/Dermu afirma que:

Como o transporte de materiais onera a construção de vias pavimentadas, a otimização do uso de materiais locais torna-se um poderoso instrumento para a redução de custos, favorecendo a viabilidade da obra. Neste caso torna-se necessário buscar materiais que apresentem características compatíveis para o emprego em camadas de pavimentos, ou provocar uma alteração nas propriedades do solo disponível no local, através de sua estabilização com agentes externos (cal, cimento, brita etc...) (BASITEC/DERMU, 2005, p. 22).

Conforme explicado acima, portanto, é imprescindível a busca de jazidas as quais possibilitam o fornecimento de material granular que possuem propriedades adequadas na utilização da produção de camadas dos pavimentos asfálticos. Vê-se, pois, o autor deixa claro, que com a otimização do uso de cascalhos adequados na produção da base e a sub-base, tem-se mais economia e efetividade na construção ou restauração de rodovias. Por isso, fica evidente que há a necessidade de se realizar estudos os quais possibilitam investigar os aspectos físico-químicos dos materiais granulares, e também, pela busca desses seixos.

Nas figuras 24, 25 e 26, são apresentadas imagens de áreas de extração de cascalhos de alguns municípios de Goiás.

**Figura 24** - Área de extração de cascalho, município de Goiânia.



Fonte: GOLLMANN *et al.*, 2016.

**Figura 25** - Área de extração de cascalho em Goiânia.



Fonte: GOLLMANN *et al.*, 2016.

**Figura 26** - Extração de cascalho, município de Abadia de Goiás.



Fonte: GOLLMANN *et al.*, 2016.

## **2.4. ASPECTO GERAL SOBRE PAVIMENTAÇÃO**

Como bem nos assegura Bernucci *et al.* (2010), pode-se dizer que pavimento, no prisma funcional e estrutural, é a estrutura constituída por multicamadas, construída sobre a superfície final da terraplanagem, possuindo finalidades como segurança, confortabilidade, suportar esforços devido ao tráfego de veículos e clima. Neste contexto, fica claro a importância dessas estruturas para o transporte de cargas e pessoas.

Segundo Balbo (2007), os pavimentos asfálticos são fundamentais para o desenvolvimento de um país ou região, e são fundamentais para estes possuir condições de crescimento. Pois com essa estrutura, é possível desenvolver o espaço urbano e poder realizar o transportamento de materiais e indivíduos de forma segura e confortável. Portanto, nota-se a notoriedade dos pavimentos.

Para Douglas Freitas Augusto dos Santos:

[...] a pavimentação é de importância muito significativa para a população, em um mundo globalizado, é impossível não necessitar de vias pavimentadas para se locomover. Obviamente que em alguns locais nem sempre há uma pavimentação adequada, ou nem mesmo qualquer pavimentação, mas é importante que se entenda que um projeto de um pavimento bem estruturado e bem executado pode trazer benefícios não só para motoristas e sim para a população como um todo (SANTOS, 2019, p. 78).

Em outras palavras, o autor deixa claro, como uma boa forma de compreender essa parte, conforme citado acima, é considerar que um bom pavimento asfáltico conseguir gerar benefícios aos motoristas. Além disso, por apresentar outros aspectos importantes, por exemplo, suprir a necessidade de locomoção, gera, consequentemente, benefícios para a sociedade.

José Tadeu Balbo afirma:

Pavimentar uma via de circulação de veículos é obra civil que enseja, antes de tudo, a melhoria operacional para o tráfego, na medida em que é criada uma superfície mais regular (garantia de melhor conforto no deslocamento do veículo), uma superfície mais aderente (garantia de mais segurança em condições de pista úmida ou molhada), uma superfície menos ruidosa diante da ação dinâmica dos pneumáticos, (garantia de melhor conforto ambiental em vias urbanas e rurais), seja qual for a melhoria física oferecida (BALBO, 2007, p. 15).

É importante ressaltar que mesmo os autores citados acima terem 12 anos de diferença nas publicações, percebe-se que as ideias são semelhantes. Dessa forma, nota-se a sustentação da importância da estrutura supracitada. Conforme citado acima, é importante considerar em cima disso, que os pavimentos são importantes para o desenvolvimento do tráfego nas regiões das cidades quanto nas regiões afastadas delas. (BALBO, 2007).

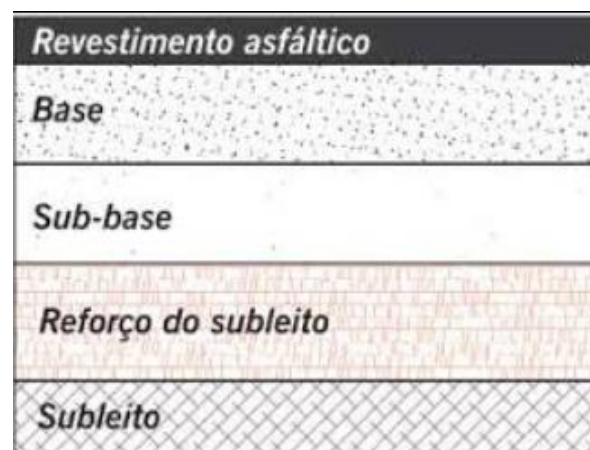
Sendo assim, conforme explicado acima, pode-se chegar à conclusão de que a pavimentação é de grande importância para o desenvolvimento das cidades e das regiões interioranas. O autor deixa claro, que as principais finalidades do pavimento são elementos como a segurança, o conforto e resistência aos esforços externos. Logo, é indiscutível o fato que é fundamental garantir as características de qualidade para assegurar essas finalidades. Portanto, nesse sentido, é possível concluir que garantindo essas características citadas sobre os pavimentos asfálticos, consequentemente, é possível também assegurar a função dessa estrutura de garantir o transporte de materiais e de pessoas.

## 2.5. CAMADAS QUE CONSTITUEM O PAVIMENTO

O pavimento, geralmente, possui camadas que ajudam a distribuir a carga gerada pelos veículos. Mas cada tipo de pavimento tem características específicas de cada camada. De um modo geral, essas camadas podem ser classificadas, tais como: Subleito, Leito, Reforço de Subleito, Sub-base, Base e Revestimento, conforme representado na Figura 27. O Manual de Pavimentação do DNIT traz a definição de cada uma dessas camadas em (DNIT, 2006):

- Subleito: o terreno de fundação do pavimento;
- Leito: a superfície resultante de terraplanagem no terreno;
- Reforço de Subleito: é uma camada com espessura constante, cuja características geotécnica inferior à sua camada são inferiores ao material utilizado em camadas superiores, mas melhores que o material utilizado no subleito;
- Sub-base: camada que complementa a base, em situação de circunstâncias técnico-econômicas não for favorável para a construção da base direto sobre a regularização;
- Base: É a camada com a função de resistir e distribuir os esforços gerados pelos veículos;
- Revestimento: é a camada a qual pode ser a mais impermeável possível, e a que vai recebe diretamente dos esforços oriundos do tráfego de veículos.

**Figura 27** - Revestimento asfáltico subdividido em camadas.



Fonte: BERNUCCI *et al.*, 2010.

Como bem nos assegura DNIT (2006), pode-se dizer que todas as camadas de pavimento possuem a função de dispersão de cargas originadas devido ao tráfego de veículos realiza. Neste contexto, fica claro que, para assegurar essas características das camadas, é preciso constatar que o estudo a fim de escolher os melhores materiais constituintes das camadas é de muita importância para constatar que as características físico-técnica desse material seja acordante com os esforços os quais deverão resistir. Em seguida, apresenta-se os principais materiais constituintes dessas camadas e suas características.

### **2.5.1. Bases e Sub-bases.**

A camada do pavimento de base tem como função o alívio de pressões sobre as camadas com solos inferiores, e também, garantir a drenagem superficial dessa estrutura. Além disso, a sub-base é uma segunda camada quando o desempenho da base fica muito espessa, com a função de torna-se o processo mais econômico (BALBO, 2007).

Liedi Bariani Bernucci *et al.* afirmam que:

Para os materiais de base, sub-base e reforço do subleito, empregam-se métodos de seleção e de caracterização de propriedades. A seleção é uma etapa preliminar que consiste em averiguar os materiais disponíveis quanto às características de natureza para serem empregados na estrutura dos pavimentos. As características de natureza interferem nas propriedades geotécnicas no estado compactado. De maneira geral, os materiais de pavimentação compactados devem apresentar-se resistentes, pouco deformáveis e com permeabilidade compatível com sua função na estrutura. Os materiais são basicamente constituídos por agregados, solos e, eventualmente, aditivos como cimento, cal, emulsão asfáltica, entre outros (BERNUCCI *et al.*, 2010, p. 339).

Conforme citado acima, é interessante, aliás, lembrar da necessidade de analisar o material a ser utilizado na base e sub-base nas camadas de pavimento para serem adequados para resistir aos esforços de tensão. O autor deixa claro, que é importante considerar que as características desses materiais, como agregado, influencia nas propriedades geotécnicas no estado compactado.

Como bem nos assegura DNIT (2006), considerando-se a diversidade dos materiais, o grau de rigidez, os quais podem ser utilizados na composição da base e da sub-base, este manual de pavimentação divide essas camadas em Bases e Sub-bases Flexíveis, Semirrígidas e Rígidas.

#### **2.5.1.1. Flexíveis e semi-rígidas.**

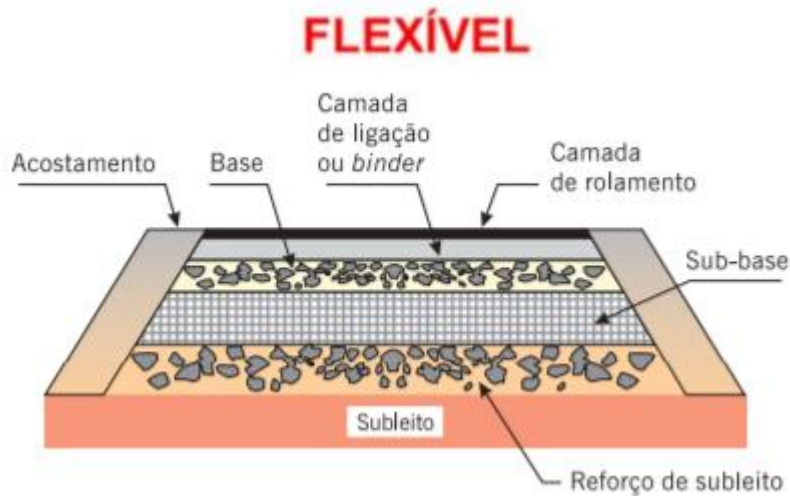
O manual de pavimentação do DNIT (2006) realiza a divisão de Bases e Sub-bases Flexíveis e Semirrígidas em Granulares em Estabilizados. Segundo o autor, o granular pode ser:

- Estabilização granulométrica: formada puramente granular, essa camada é sempre flexível, sendo feita através da compactação dos materiais com granulometria adequada, os quais podem ser naturais quando ocorrem em jazidas - saibros cascalhos - ou com origem de processo de melhoria das características granulométricas para beneficiamento prévio, tais como o peneiramento. Além disso, as bases e sub-bases de solo-brita são formadas a partir da utilização de material natural e de pedra britada. Por fim, as bases e sub-bases de brita graduada são formados quando ocorre apenas a utilização dos produtos de britagem.

- Macadame Hidráulico: são formados por camada de brita de graduação aberta do tipo especial, o qual tem os espaços vazios preenchidos, depois que ocorre a compressão, por finos de britagem ou por solos com granulometria adequada.

De acordo com DNIT (2006), as bases e sub-bases estabilizadas (com aditivos) possuem processos tecnológicos e construtivos parecidos com as granulares por estabilização granulométrica, mas diferenciando apenas por receber aditivos, os quais podem ser solo-cimento, solo melhorado com cimento, solo-cal, solo melhorado com cal, solo betume, bases betuminosas. Na figura 28 é apresentada uma estrutura de um pavimento flexível.

**Figura 28** - Estrutura de um pavimento flexível.

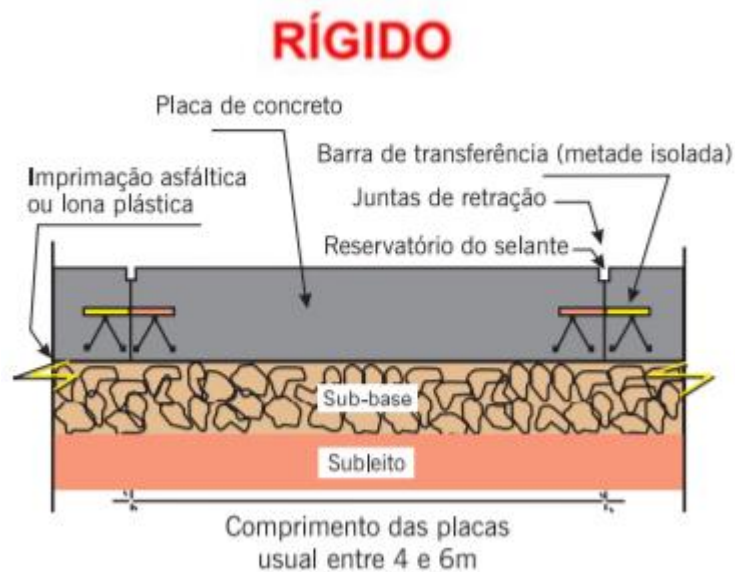


Fonte: BERNUCCI *et al.*, 2010

### 2.5.1.2. Rígidas.

Segundo o DNIT (2006), são camadas de concreto de cimento, que pode ser de concreto plástico, quando adensado por vibração mecânica, ou de concreto magro. Esse revestimento consegue absorver boa parte das tensões providas do carregamento. Na figura 29 é apresentada uma estrutura de um pavimento rígido.

**Figura 29** - Estrutura de um pavimento rígido.



Fonte: BERNUCCI *et al.*, 2010

### 2.5.2. Agregados

Para Bernucci *et al.* (2010) o agregado possui uma diversa definição para materiais como pedregulho, rocha e areia. Esse agregado pode ser considerado como natural ou artificial. Ademais, é fundamental conhecer o formato e as suas propriedades, como composição química, composição mineralógica, granulação, tipo de rocha, antes de ser usado no revestimento asfáltico para resistir as tensões sofridas pela superfície do pavimento e do seu interior.

Os termos agregado, agregado natural, agregado artificial pela NBR 9935:2011 são definidos como:

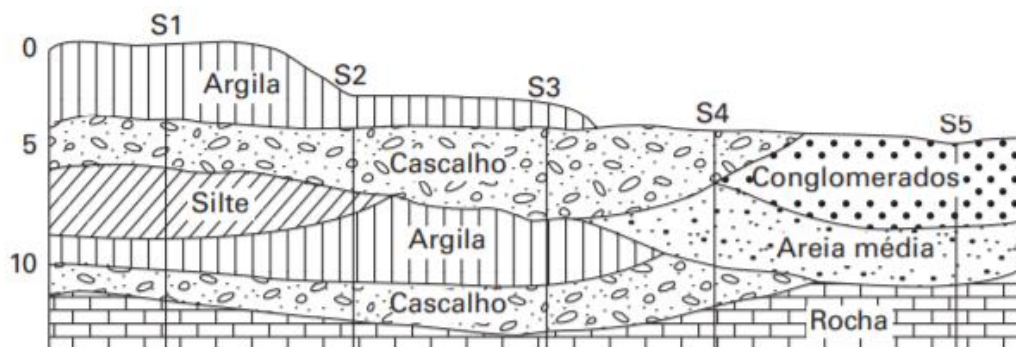
agregado: material granular, geralmente inerte, com dimensões e propriedades adequadas para a preparação de argamassa ou concreto

agregado natural: material pétreo granular que pode ser utilizado tal e qual encontrado na natureza, podendo ser submetido à lavagem, classificação ou britagem

agregado artificial: material granular resultante de processo industrial envolvendo alteração mineralógica, química ou físico-química da matéria-prima original, para uso como agregado em concreto ou argamassa (ABNT, 2011, p. 6).

Na figura 30 é representado um exemplo esquemático de um depósito de aluvião com materiais diversos.

**Figura 30** - Exemplo esquemático de depósito de aluvião com materiais diversos.



Fonte: CHIOSSI, 2013.

Pode-se dizer que, com a necessidade de analisar o material granular a ser utilizado no pavimento para a garantia de suas características adequadas. Neste contexto, conforme citado acima, fica claro que o material granular, sendo natural ou artificial, precisa possuir dimensões e propriedades apropriadas para o asseguramento da qualidade do revestimento asfáltico.

Gennsseaux estabelece que:

Os materiais pétreos utilizados na construção de pavimentos podem ser naturais, artificiais ou reciclados: areia, seixo rolado, pedra britada, escória, material asfáltico fresado etc. A proporção dos agregados em misturas asfálticas gira em torno de 95% em peso. As propriedades dos agregados e o esqueleto granular influenciam diretamente a resistência à deformação permanente das misturas. Dessa forma, as características tecnológicas dos agregados devem ser determinadas antes de sua utilização na fabricação de misturas asfálticas (GENNESSEaux, 2015, p. 26).

Ora, em tese, é interessante perceber que as definições sobre material granular estabelecidas pelos autores acima, apresentam uma convergência de ideias. Por todas essas razões, conforme citado acima, é notório conhecer as propriedades dos agregados antes da produção das camadas asfálticas com o objetivo de garantir a resistência às tensões oriundas dos esforços gerados pelos veículos. (GENNESSEaux, 2015).

Conforme explicado neste capítulo, os autores deixam claro, que a área de pavimentação requer de investigação qualitativa e quantitativa dos agregados utilizados, os quais podem ser naturais ou artificiais. Essa análise granular advém da necessidade de conhecer esses materiais antes da produção dos revestimentos dos pavimentos asfálticos, para a garantia que essas estruturas pavimentares tenham condições de qualidade, segurança e eficiência.

### 3 RESULTADOS E ANÁLISES

Com a ajuda do GPS, foi localizado as jazidas de cascalho através das coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), e foi coletado informações de valor da área de possível exploração. Caso a jazida apresentasse condições adequadas para a exploração, em seguida, foi feita a análise do volume de matéria útil, da localização geográfica da jazida e da qualidade do material para observar se este é adequado ou não para o uso; caso a jazida não apresentasse material suficiente para a exploração, além da análise qualitativa destes depósitos, foi feito o levantamento das razões das impossibilidades.

Na procura de informações mais exatas, a utilização do *software* Google Earth foi essencial, pois possibilitou a apresentação de imagens aéreas para análise de cada região em vários períodos, a partir de 2005, ano o qual foi feito o estudo pela empresa Basitec até o ano de 2021.

A seguir, é apresentado o resultado deste estudo, mapeamento das jazidas estudadas, imagens reais das regiões e estimativa de área e volume útil a ser utilizável referente das jazidas analisadas do entorno de Goiânia.

### 3.1 JAZIDAS DE CASCALHO

#### 3.1.1. Jazida J-1A e J-1B – Trindade - GO

##### a) Análise quantitativa

As jazidas estão localizadas no município de Trindade-GO, distante 23 km do trevo da Av. Castelo Branco com a rodovia GO-060, que liga os municípios de Goiânia a Trindade-GO. Esta jazida pode ser localizada através das coordenadas E: 664148 e N: 8153109.

Devido a proximidade, a área e o volume de ambas jazidas foram analisados juntos. Desse modo, foi estimado um volume existente cerca de 185.117 m<sup>3</sup> de cascalho em uma área aproximadamente de 246.823 m<sup>2</sup>, com ocorrência de material granular com espessura média utilizável de 0,75 m.

A jazida encontra-se capacitada a fornecer material para base e sub-base, levando em consideração a existência de aproximadamente 79,36% de material utilizável em relação ao volume inicial de 233.250 m<sup>3</sup> levantado pela empresa Basitec em 2005. Na figura 31 é mostrado a imagem de satélite das jazidas, e na Figura 32 a imagem da vista geral.

**Figura 31** - Imagem de satélite das jazidas J-1A e J-01B (2021).



Fonte: *Software* Google Earth.

**Figura 32** - Vista geral da jazida J-1 (2021).

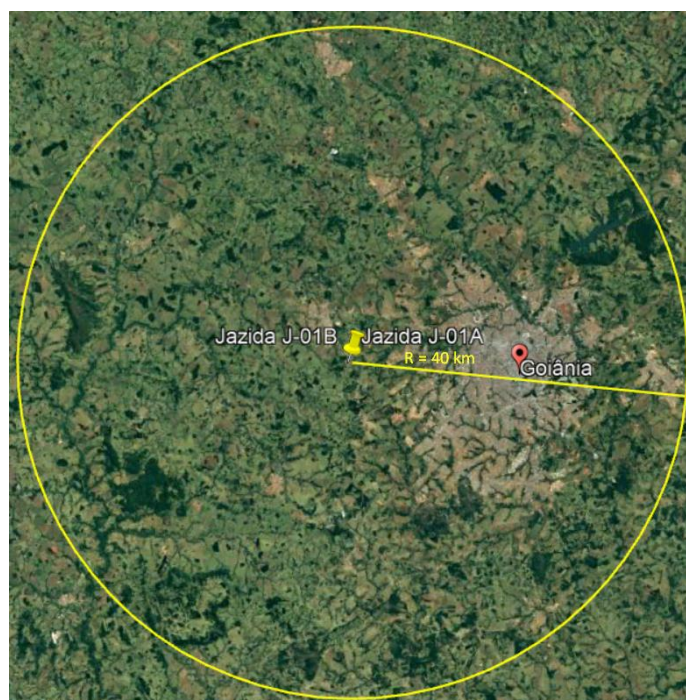


Fonte: *Software* Google Earth.

**b) Análise da localização geográfica da jazida para regiões de Goiânia**

No *software* do Google Earth, foi realizado uma circunferência com raio de 40 km a partir da jazida J-1A e J-1B, e notou-se que essa distância abrange todas as regiões de Goiânia. Portanto, mesmo a J-1A e J-1B estando próximas da região Oeste de Goiânia, ela apresenta uma posição geográfica adequada para o transporte viável para todas as regiões de Goiânia, inclusive regiões mais distantes, por exemplo a região Leste, como é mostrado nas figuras 33 e 34.

**Figura 33** - Imagem de satélite da viabilidade de transporte da J-1A e J1-B.



Fonte: *Software* Google Earth.

**Figura 34** - Mapa representando a distância de viabilidade de transporte da J-1 para as regiões de Goiânia.



Fonte: BASITEC/DERMU adaptado pelo autor.

### c) Análise qualitativa

Foi feito a análise qualitativa da J1 para saber se o material granular disponível é adequado para base e sub-base de pavimentação. A empresa Basitec analisou as duas jazidas juntas devido a proximidade de ambas. Abaixo é apresentado a tabela resumo das características físicas e mecânicas da J1A e J1B com mistura de 2% de cimento.

**Tabela 02** - Resumo das características físicas e mecânicas da J1A e J1B.

| <b>Rodovia :</b><br><b>Trecho :</b> PAVIMENTAÇÃO URBANA - GOIÂNIA - DERMU - 2005<br><b>Ocorrência :</b> JAZIDA - J-01A |        |           |          |            |            |                      |                  |           |          |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|----------|------------|------------|----------------------|------------------|-----------|----------|------------|
| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS                                                                                    |        |           |          |            |            |                      |                  |           |          |            |
| Ensaio de caracterização                                                                                               |        |           |          |            |            | Compactação e ISC    |                  |           |          |            |
| Peneiras                                                                                                               |        | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{\max}$ | $X_{\min}$ |                      |                  | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{\max}$ |
|                                                                                                                        |        |           |          |            |            |                      |                  |           |          | $X_{\min}$ |
| Granulometria<br>% Passada                                                                                             | 2"     |           |          |            |            | Proctor<br>Normal    | D <sub>máx</sub> |           |          |            |
|                                                                                                                        | 1"     | 97,49     | 0,64     | 97,8       | 97,2       |                      | Hót              |           |          |            |
|                                                                                                                        | 3/4"   | 94,61     | 1,52     | 95,4       | 93,9       |                      | Exp              |           |          |            |
|                                                                                                                        | 3/8"   | 69,76     | 4,28     | 71,9       | 67,7       |                      | ISC              |           |          |            |
|                                                                                                                        | Nº 4   | 43,40     | 5,52     | 46,1       | 40,7       | Proctor<br>Intermed. | D <sub>máx</sub> | 2,02      | 0,05     | 2,07       |
|                                                                                                                        | Nº 10  | 33,36     | 5,23     | 35,9       | 30,8       |                      | Hót              | 11,77     | 0,83     | 12,65      |
|                                                                                                                        | Nº 40  | 27,13     | 5,17     | 29,7       | 24,6       |                      | Exp              | 0,00      | 0,00     | 0,00       |
|                                                                                                                        | Nº 200 | 13,98     | 3,47     | 15,7       | 12,3       |                      | ISC              | 136,34    | 7,20     | 143,92     |
|                                                                                                                        |        |           |          |            |            |                      |                  |           |          | 128,76     |

Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

A Tabela 02 mostra que a jazida apresenta material granular com ISC (Índice de Suporte Califórnia) com valor médio de 136,34% e expansão com valor de 0%. Dessa forma, com essas características e com base nos critérios do DNIT, a J1A e J1B apresentam cascalho adequado para ser utilizado com adição de 2% de cimento nos serviços de pavimentação como sub-base e base para ruas de tráfego pesado ( $N \geq 5,0 \times 10^6$ ), e também para tráfego leve e médio.

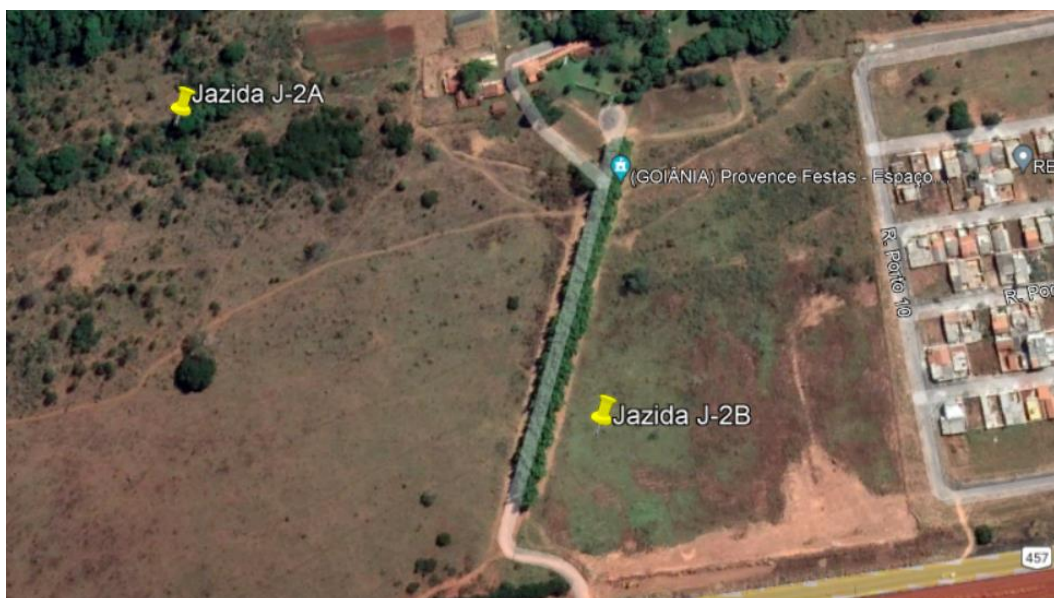
### 3.1.2. Jazida J-2A e Jazida J-2B - Senador Canedo - GO

#### a) Análise quantitativa

As jazidas J-2A e J-2B estão localizadas no município de Senador Canedo, distante 9,1km do trevo da Av. Anhanguera com a BR-153, às margens da GO-010. A jazida J-2A pode ser localizada através das coordenadas E: 696564 e N: 8158721 e a jazida J-2B nas coordenadas E: 696848 e N: 8158530.

As jazidas estão na chácara Provence, as quais possuem como proprietária a Sra. Heloisa, a qual informou que entre os anos de 2007 a 2009 houve bastante exploração de cascalho na propriedade, e que depois deste período chegou na decisão de que não seria viável a permanência da extração do material. Uma parte da região onde estava a jazida foi vendida e hoje existe um bairro residencial. Atualmente, a chácara só funciona como ambiente de lazer. Portanto, não há mais possibilidade de exploração de cascalho nessas jazidas. Na Figura 35 é mostrado a imagem de satélite das jazidas, e nas Figuras 36 e 37 as imagens das vistas gerais.

**Figura 35** - Imagem de satélite das jazidas J-2A e J-2B (2021).



Fonte: *Software Google Earth.*

**Figura 36** - Vista geral da jazida J-2A (2021).



Fonte: *Software* Google Earth.

**Figura 37** - Vista geral da jazida J-2B (2021).



Fonte: *Software* Google Earth.

## c) Análise qualitativa

Mesmo não sendo mais explorável, foi feito a análise qualitativa da J2A e J2B por questão de complemento da pesquisa sobre a jazida. A empresa Basitec analisou as duas jazidas juntas devido a proximidade de ambas. Abaixo é apresentado a tabela resumo das características físicas e mecânicas da J2A e J2B com mistura de 2% de cimento.

**Tabela 03** - Resumo das características físicas e mecânicas da J2A e J2B.

| <b>Rodovia :</b><br><b>Trecho :</b> PAVIMENTAÇÃO URBANA - GOIÂNIA - DERMU - 2005<br><b>Ocorrência :</b> JAZIDA - J-2A & 2B |        |           |          |                   |                   |                      |      |           |          |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|----------|-------------------|-------------------|----------------------|------|-----------|----------|-------------------|
| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS                                                                                        |        |           |          |                   |                   |                      |      |           |          |                   |
| Ensaio de caracterização                                                                                                   |        |           |          |                   |                   | Compactação e ISC    |      |           |          |                   |
| Peneiras                                                                                                                   |        | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{m\acute{a}x}$ | $X_{m\acute{i}n}$ |                      |      | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{m\acute{a}x}$ |
|                                                                                                                            |        |           |          |                   |                   |                      |      |           |          | $X_{m\acute{i}n}$ |
| Granulometria<br>% Passada                                                                                                 | 2"     |           |          |                   |                   | Proctor<br>Normal    | Dmáx |           |          |                   |
|                                                                                                                            | 1"     | 96,64     | 2,21     | 97,7              | 95,6              |                      | Hót  |           |          |                   |
|                                                                                                                            | 3/4"   | 92,67     | 4,19     | 94,7              | 90,6              |                      | Exp  |           |          |                   |
|                                                                                                                            | 3/8"   | 73,15     | 7,98     | 77,1              | 69,2              |                      | ISC  |           |          |                   |
|                                                                                                                            | Nº 4   | 39,45     | 4,34     | 41,6              | 37,3              | Proctor<br>Intermed. | Dmáx | 2,00      | 0,08     | 2,09              |
|                                                                                                                            | Nº 10  | 28,90     | 5,43     | 31,6              | 26,2              |                      | Hót  | 14,71     | 0,96     | 15,71             |
|                                                                                                                            | Nº 40  | 24,17     | 4,34     | 26,3              | 22,0              |                      | Exp  | 0,00      | 0,00     | 0,00              |
|                                                                                                                            | Nº 200 | 15,63     | 5,05     | 18,1              | 13,1              |                      | ISC  | 151,92    | 7,32     | 159,63            |
|                                                                                                                            |        |           |          |                   |                   |                      |      |           |          | 144,22            |

Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

A Tabela 03 mostra que a jazida apresentava material granular com ISC (Índice de Suporte Califórnia) com valor médio de 151,92% e expansão com valor de 0%. Dessa forma, com essas características e com base nos critérios do DNIT, a J2A e J2B apresentavam cascalho adequado para ser utilizado com adição de 2% de cimento nos serviços de pavimentação como sub-base e base para ruas de tráfego pesado ( $N \geq 5,0 \times 10^6$ ), e também para tráfego leve e médio.

### 3.1.3. Jazida J-3A e Jazida J-3B - Bonfinópolis - GO

#### a) Análise quantitativa

As jazidas J-3A e J-3B estão localizadas no município de Bonfinópolis - GO, distante 31 km do final da duplicação da rodovia GO-010 que liga a cidade de Goiânia à Leopoldo de Bulhões. Estas jazidas podem ser localizadas através das coordenadas E: 719068 e N: 8169779.

Devido a proximidade, a área e o volume de ambas jazidas foram analisados juntos. Desse modo, foi estimado um volume existente cerca de 100.652 m<sup>3</sup> de cascalho em uma área aproximada de 125.815 m<sup>2</sup>, com ocorrência de material granular com espessura média utilizável de 0,80 m. A jazida não apresenta nenhum sinal de exploração, o que explicaria o fato do volume de cascalho estimado nesta pesquisa estar próximo do valor estimado pelo estudo da Basitec de 2005, que era de 105.840 m<sup>3</sup>. Na Figura 38 é mostrado a imagem de satélite da jazida.

**Figura 38** - Imagem de satélite das jazidas J-3A e J-3B (2021).

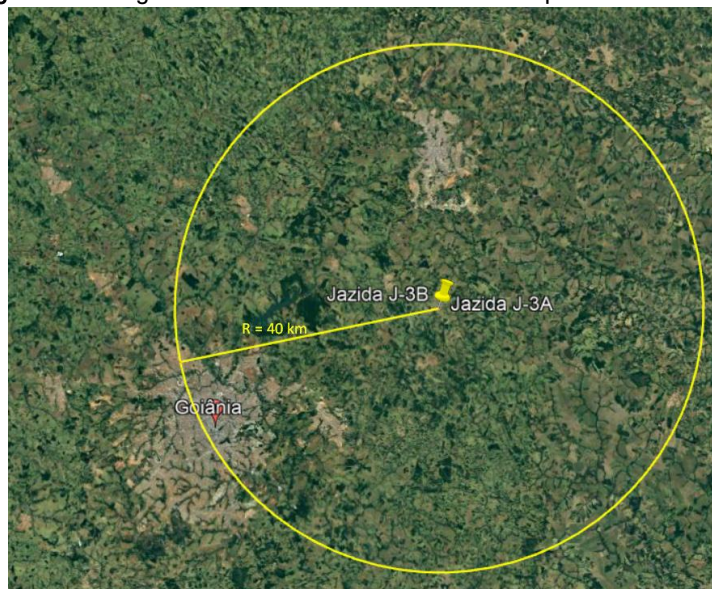


Fonte: *Software* Google Earth.

## b) Análise da localização geográfica da jazida para regiões de Goiânia

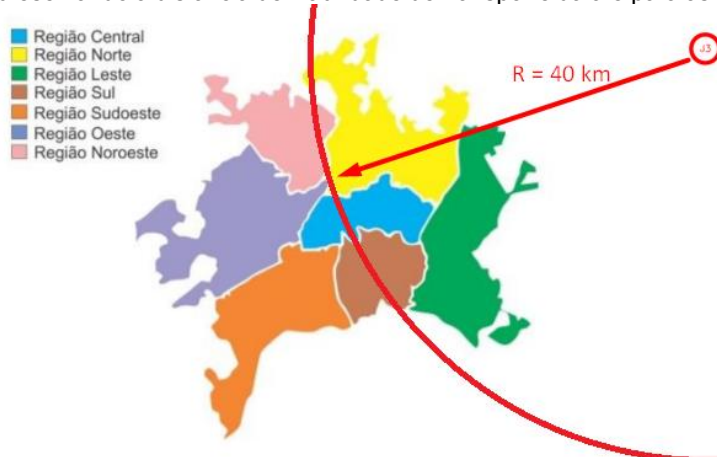
No *software* do Google Earth, foi realizado uma circunferência com raio de 40 km a partir da jazida J-3A e J-3B, e notou-se que essa distância abrange as regiões orientais de Goiânia, atingindo as regiões Norte e Leste e parte das regiões Central, Noroeste e Sul, como é mostrado nas figuras 39 e 40. Desse modo, o cascalho extraído dessas jazidas seria mais adequado para pavimentar estas regiões citadas, caso fosse para utilizar para a pavimentação de regiões mais distantes, como a região Sudoeste, o custo-benefício do transporte e extração do material granular não valeria a pena.

**Figura 39** - Imagem de satélite da viabilidade de transporte da J-3A e J-3B.



Fonte: *Software* Google Earth.

**Figura 40** - Mapa representando a distância de viabilidade de transporte da J-3 para as regiões de Goiânia.



Fonte: BASITEC/DERMU adaptado pelo autor.

## c) Análise qualitativa

Foi feita a análise qualitativa da J3 para saber se o material granular disponível é adequado para base e sub-base de pavimentação. A empresa Basitec analisou as duas jazidas juntas devido a proximidade de ambas. Abaixo é apresentado a tabela resumo das características físicas e mecânicas da J3A e J3B com mistura de 2% de cimento.

**Tabela 04** - Resumo das características físicas e mecânicas da J3A e J3B.

|                                                                                                       |        |                |          |      |      |                      |      |                |          |        |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------------|----------|------|------|----------------------|------|----------------|----------|--------|-------|
| Rodovia :<br>Trecho : PAVIMENTAÇÃO URBANA - GOIÂNIA - DERMU - 2005<br>Ocorrência : JAZIDA - J-3A & 3B |        |                |          |      |      |                      |      |                |          |        |       |
| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS                                                                   |        |                |          |      |      |                      |      |                |          |        |       |
| Ensaio de caracterização                                                                              |        |                |          |      |      | Compactação e ISC    |      |                |          |        |       |
| Peneiras                                                                                              |        | $\overline{X}$ | $\sigma$ | Xmáx | Xmín |                      |      | $\overline{X}$ | $\sigma$ | Xmáx   | Xmín  |
| Granulometria<br>% Passada                                                                            | 2"     |                |          |      |      | Proctor<br>Normal    | Dmáx |                |          |        |       |
|                                                                                                       | 1"     | 87,42          | 7,19     | 91,0 | 83,9 |                      | Hót  |                |          |        |       |
|                                                                                                       | 3/4"   | 80,15          | 6,64     | 83,4 | 76,9 |                      | Exp  |                |          |        |       |
|                                                                                                       | 3/8"   | 65,64          | 13,59    | 72,3 | 59,0 |                      | ISC  |                |          |        |       |
|                                                                                                       | Nº 4   | 41,65          | 10,77    | 47,0 | 36,3 | Proctor<br>Intermed. | Dmáx | 1,97           | 0,08     | 2,05   | 1,89  |
|                                                                                                       | Nº 10  | 31,27          | 3,88     | 33,2 | 29,4 |                      | Hót  | 17,87          | 5,39     | 23,55  | 12,20 |
|                                                                                                       | Nº 40  | 25,12          | 3,04     | 26,6 | 23,6 |                      | Exp  | 0,00           | 0,00     | 0,00   | 0,00  |
|                                                                                                       | Nº 200 | 18,06          | 3,91     | 20,0 | 16,1 |                      | ISC  | 115,63         | 15,91    | 132,37 | 98,88 |

Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

A Tabela 04 mostra que a jazida apresenta material granular com ISC (Índice de Suporte Califórnia) com valor médio de 115,63% e expansão com valor de 0%. Dessa forma, com essas características e com base nos critérios do DNIT, a J3A e J3B apresentam cascalho adequado para ser utilizado com adição de 2% de cimento nos serviços de pavimentação como sub-base e base para ruas de tráfego pesado ( $N \geq 5,0 \times 10^6$ ), e também para tráfego leve e médio.

### 3.1.4. Jazida J-4 - Bela Vista-GO

#### a) Análise quantitativa

A jazida está localizada no município de Bela Vista-GO, distante 17 km do cruzamento da rodovia BR-153 com GO-020 que liga as cidades de Goiânia a Bela Vista. A jazida J-4 pode ser localizada através das coordenadas E: 702013 e N: 8143164.

Embora na Figura 41, mostre que aparentemente a jazida foi explorada, através da vista geral nota-se que não há caixas de empréstimo profunda e nem desnível grande, além disso, é possível observar cascalho aflorado, desse modo, conclui-se que ainda há cascalho possível de ser explorado na região.

Foi estimado um volume existente cerca de 26.299,89 m<sup>3</sup> de cascalho em uma área aproximada de 33.291 m<sup>2</sup>, com ocorrência de material granular com espessura média utilizável de 0,79 m. A jazida encontra-se capacitada a fornecer material para base e sub-base, levando em consideração a existência de aproximadamente 27,4% de material utilizável em relação ao volume inicial de 95.985 m<sup>3</sup> levantado pela empresa Basitec em 2005. Na Figura 42 é mostrado a vista geral da J4.

Figura 41 - Imagem de satélite das jazida J-4 (2021).



Fonte: *Software* Google Earth.

**Figura 42** - Vista geral da jazida J-4 (2021).

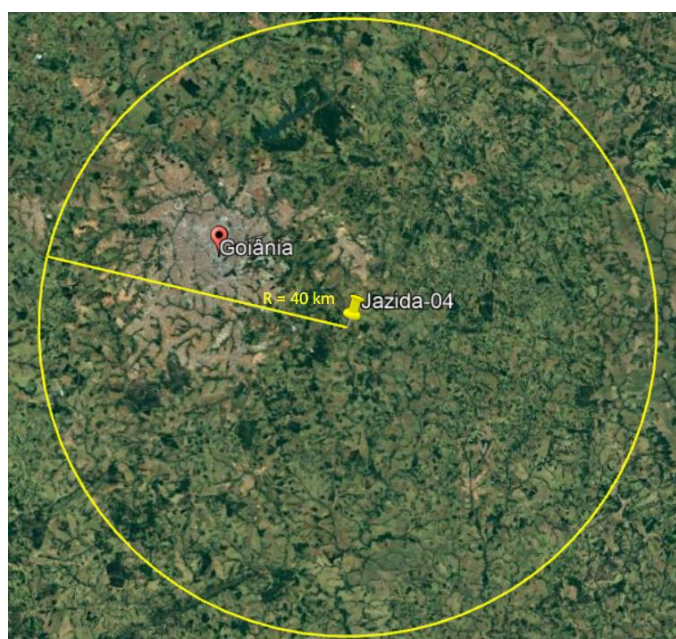


Fonte: *Software* Google Earth.

b) Análise da localização geográfica da jazida para regiões de Goiânia

No *software* do Google Earth, foi realizado uma circunferência com raio de 40 km a partir da jazida J-4, e notou-se que essa distância abrange boa parte das regiões de Goiânia. Portanto, mesmo a J-4 estando próxima da região Leste de Goiânia, ela apresenta uma posição geográfica adequada para o transporte viável para quase todas as regiões de Goiânia, inclusive regiões mais distantes, por exemplo boa parte da região Oeste, como é mostrado nas figuras 43 e 44.

**Figura 43** - Imagem de satélite da viabilidade de transporte da J-4.



Fonte: *Software* Google Earth.

**Figura 44** - Mapa representando a distância de viabilidade de transporte da J-4 para as regiões de Goiânia.



Fonte: BASITEC/DERMU adaptado pelo autor.

### c) Análise qualitativa

Foi feito a análise qualitativa da J4 para saber se o material granular disponível é adequado para base e sub-base de pavimentação. Abaixo é apresentado a tabela resumo das características físicas e mecânicas da J4 com mistura de 2% de cimento.

**Tabela 05** - Resumo das características físicas e mecânicas da J4.

| <b>Rodovia :</b><br><b>Trecho : PAVIMENTAÇÃO URBANA - GOIÂNIA - DERMU - 2005</b><br><b>Ocorrência : JAZIDA - J-04</b> |        |           |          |                   |                   |                      |  |                   |          |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|----------|-------------------|-------------------|----------------------|--|-------------------|----------|-------------------|
| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS                                                                                   |        |           |          |                   |                   |                      |  |                   |          |                   |
| Ensaio de caracterização                                                                                              |        |           |          |                   |                   | Compactação e ISC    |  |                   |          |                   |
| Peneiras                                                                                                              |        | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{m\acute{a}x}$ | $X_{m\acute{i}n}$ |                      |  | $\bar{X}$         | $\sigma$ | $X_{m\acute{a}x}$ |
|                                                                                                                       |        |           |          |                   |                   |                      |  |                   |          | $X_{m\acute{i}n}$ |
| Granulometria<br>% Passada                                                                                            | 2"     |           |          |                   |                   | Proctor<br>Normal    |  | $D_{m\acute{a}x}$ |          |                   |
|                                                                                                                       | 1"     | 89,91     | 2,89     | 91,3              | 88,5              |                      |  | Hót               |          |                   |
|                                                                                                                       | 3/4"   | 83,27     | 2,75     | 84,6              | 81,9              |                      |  | Exp               |          |                   |
|                                                                                                                       | 3/8"   | 64,68     | 2,26     | 65,8              | 63,6              |                      |  | ISC               |          |                   |
|                                                                                                                       | Nº 4   | 41,83     | 3,88     | 43,7              | 39,9              | Proctor<br>Intermed. |  | $D_{m\acute{a}x}$ | 2,08     | 2,14              |
|                                                                                                                       | Nº 10  | 30,25     | 5,81     | 33,1              | 27,4              |                      |  | Hót               | 13,36    | 14,44             |
|                                                                                                                       | Nº 40  | 24,22     | 3,50     | 25,9              | 22,5              |                      |  | Exp               | 0,00     | 0,00              |
|                                                                                                                       | Nº 200 | 13,82     | 2,02     | 14,8              | 12,8              |                      |  | ISC               | 137,94   | 152,62            |
|                                                                                                                       |        |           |          |                   |                   |                      |  |                   | 13,95    | 123,26            |

Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

A Tabela 05 mostra que a jazida apresenta material granular com ISC (Índice de Suporte Califórnia) com valor médio de 137,94% e expansão com valor de 0%. Dessa forma, com essas características e com base nos critérios do DNIT, a J4 apresenta cascalho adequado para ser utilizado com adição de 2% de cimento nos serviços de pavimentação como sub-base e base para ruas de tráfego pesado ( $N \geq 5,0 \times 10^6$ ), e também para tráfego leve e médio.

### 3.1.5. Jazida J-5 - Aragoiânia - GO

#### a) Análise quantitativa

A jazida J-5 está localizada no município de Aragoiânia - GO, distante 0,39 km do eixo da GO-040 que liga as cidades de Goiânia a Aragoiânia. A jazida J-5 pode ser localizada através das coordenadas E: 668478 e N: 8136448.

A Figura 45, mostra que a região foi bastante explorada, além disso, há o avanço de loteamento próximo da jazida, o que eleva a dificuldade de continuar a extração. Portanto, a jazida J-5 não há mais possibilidade de exploração de cascalho.

**Figura 45** - Imagem de satélite das jazida J-5 (2021).



Fonte: *Software* Google Earth.

## b) Análise qualitativa

Mesmo não sendo mais explorável, foi feito a análise qualitativa da J5 por questão de complemento da pesquisa sobre a jazida. Abaixo é apresentado a tabela resumo das características físicas e mecânicas da J5 com mistura de 2% de cimento.

**Tabela 06** - Resumo das características físicas e mecânicas da J5.

| <b>Rodovia :</b><br><b>Trecho :</b> PAVIMENTAÇÃO URBANA - GOIÂNIA - DERMU - 2005<br><b>Ocorrência :</b> JAZIDA - J-05 |          |           |          |                   |                   |                      |           |          |                   |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|----------|-------------------|-------------------|----------------------|-----------|----------|-------------------|-------------------|
| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS                                                                                   |          |           |          |                   |                   |                      |           |          |                   |                   |
| Ensaio de caracterização                                                                                              |          |           |          |                   |                   | Compactação e ISC    |           |          |                   |                   |
|                                                                                                                       | Peneiras | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{m\acute{a}x}$ | $X_{m\acute{i}n}$ |                      | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{m\acute{a}x}$ | $X_{m\acute{i}n}$ |
| Granulometria<br>% Passada                                                                                            | 2"       |           |          |                   |                   | Proctor<br>Normal    | Dmáx      |          |                   |                   |
|                                                                                                                       | 1"       | 92,29     | 3,66     | 94,1              | 90,5              |                      | Hót       |          |                   |                   |
|                                                                                                                       | 3/4"     | 86,42     | 3,95     | 88,4              | 84,5              |                      | Exp       |          |                   |                   |
|                                                                                                                       | 3/8"     | 68,26     | 4,10     | 70,3              | 66,2              |                      | ISC       |          |                   |                   |
|                                                                                                                       | Nº 4     | 41,15     | 5,07     | 43,6              | 38,6              | Proctor<br>Intermed. | Dmáx      | 2,16     | 0,03              | 2,19              |
|                                                                                                                       | Nº 10    | 27,29     | 6,11     | 30,3              | 24,3              |                      | Hót       | 13,38    | 0,66              | 14,07             |
|                                                                                                                       | Nº 40    | 23,09     | 5,44     | 25,8              | 20,4              |                      | Exp       | 0,00     | 0,00              | 0,00              |
|                                                                                                                       | Nº 200   | 14,20     | 3,70     | 16,0              | 12,4              |                      | ISC       | 139,86   | 12,59             | 153,11            |
|                                                                                                                       |          |           |          |                   |                   |                      |           |          |                   | 126,61            |

Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

A Tabela 06 mostra que a jazida apresentava material granular com ISC (Índice de Suporte Califórnia) com valor médio de 139,86% e expansão com valor de 0%. Dessa forma, com essas características e com base nos critérios do DNIT, a J5 apresentava cascalho adequado para ser utilizado com adição de 2% de cimento nos serviços de pavimentação como sub-base e base para ruas de tráfego pesado ( $N \geq 5,0 \times 10^6$ ), e também para tráfego leve e médio.

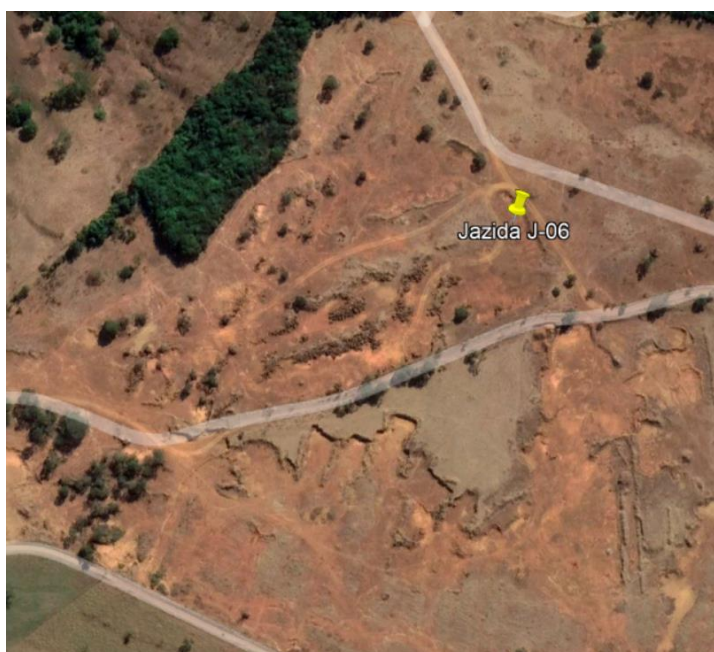
### 3.1.6. Jazida J-6 - Aragoiânia - GO

#### a) Análise quantitativa

A jazida J-6 está localizada no município de Aragoiânia - GO, distante 1,0 km do eixo da GO-469 e a 3,0km de Abadia de Goiás, a GO-439 liga as cidades de Abadia de Goiás a Aragoiânia. Esta jazida pode ser localizada através das coordenadas E: 665132 e N: 8143708.

A Figura 46, mostra que a região foi bastante explorada. Portanto, a jazida J-6 não há mais possibilidade de exploração de cascalho. Na figura 47 é mostrado a imagem da vista geral da J6.

**Figura 46** - Imagem de satélite das jazida J-6 (2021).



Fonte: *Software* Google Earth.

**Figura 47** - Vista geral da jazida J-6 (2021).



Fonte: *Software* Google Earth.

## b) Análise qualitativa

Mesmo não sendo mais explorável, foi feito a análise qualitativa da J6 por questão de complemento da pesquisa sobre a jazida. Abaixo é apresentado a tabela resumo das características físicas e mecânicas da J6 com mistura de 2% de cimento.

**Tabela 07** - Resumo das características físicas e mecânicas da J6.

|                                                       |        |                |          |      |      |                      |      |                |          |        |        |
|-------------------------------------------------------|--------|----------------|----------|------|------|----------------------|------|----------------|----------|--------|--------|
| Rodovia :                                             |        |                |          |      |      |                      |      |                |          |        |        |
| Trecho : PAVIMENTAÇÃO URBANA - GOIÂNIA - DERMU - 2005 |        |                |          |      |      |                      |      |                |          |        |        |
| Ocorrência : JAZIDA - J-06                            |        |                |          |      |      |                      |      |                |          |        |        |
| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS                   |        |                |          |      |      |                      |      |                |          |        |        |
| Ensaio de caracterização                              |        |                |          |      |      | Compactação e ISC    |      |                |          |        |        |
| Peneiras                                              |        | $\overline{X}$ | $\sigma$ | Xmáx | Xmín |                      |      | $\overline{X}$ | $\sigma$ | Xmáx   | Xmín   |
| Granulometria<br>% Passada                            | 2"     |                |          |      |      | Proctor<br>Normal    | Dmáx |                |          |        |        |
|                                                       | 1"     | 92,29          | 3,66     | 94,1 | 90,5 |                      | Hót  |                |          |        |        |
|                                                       | 3/4"   | 86,42          | 3,95     | 88,4 | 84,5 |                      | Exp  |                |          |        |        |
|                                                       | 3/8"   | 68,26          | 4,10     | 70,3 | 66,2 |                      | ISC  |                |          |        |        |
|                                                       | Nº 4   | 41,15          | 5,07     | 43,6 | 38,6 | Proctor<br>Intermed. | Dmáx | 1,95           | 0,03     | 1,98   | 1,92   |
|                                                       | Nº 10  | 27,29          | 6,11     | 30,3 | 24,3 |                      | Hót  | 12,07          | 0,59     | 12,70  | 11,45  |
|                                                       | Nº 40  | 23,09          | 5,44     | 25,8 | 20,4 |                      | Exp  | 0,00           | 0,00     | 0,00   | 0,00   |
|                                                       | Nº 200 | 14,20          | 3,70     | 16,0 | 12,4 |                      | ISC  | 126,46         | 10,54    | 137,56 | 115,37 |

Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

A Tabela 07 mostra que a jazida apresentava material granular com ISC (Índice de Suporte Califórnia) com valor médio de 126,46% e expansão com valor de 0%. Dessa forma, com essas características e com base nos critérios do DNIT, a J6 apresentava cascalho adequado para ser utilizado com adição de 2% de cimento nos serviços de pavimentação como sub-base e base para ruas de tráfego pesado ( $N \geq 5,0 \times 10^6$ ), e também para tráfego leve e médio.

### 3.1.7. Jazida J-7 - Aragoiânia - GO

#### a) Análise quantitativa

A jazida J-7 está localizada no município de Abadia de Goiás - GO, distante 1,0 km do eixo da GO-469 e a 1,1km de Abadia de Goiás. Esta jazida pode ser localizada através das coordenadas E: 667566 e N: 8144404.

A região mostrada na Figura 48 pertence ao Sr. Jovito Pinto, que informou que a Jazida J-7 nunca foi explorada e não pretende explorar devido a proximidade com a nascente e da fazenda dele, desse modo, esta jazida, com área aproximadamente de 111.000 m<sup>2</sup>, é estimado que ainda possua o volume de 79.438 m<sup>3</sup> de cascalho, o valor estimado pela Basitec. Nas Figuras 49 e 50 mostram as vistas gerais.

Por outro lado, ele informou que na região dentro do polígono azul, que também é sua propriedade, já foi explorada no passado, mas que hoje não tem mais foco em exploração de cascalho, mas na criação de loteamento, tanto que, a região de loteamento pronto mostrado na figura 48, que está entre o polígono vermelho e azul, lhe pertence e também foi região de extração de cascalho no passado.

A área do polígono azul possui uma área aproximada de 289.354 m<sup>2</sup>. Ademais, a área do polígono verde, que ainda seria possível de explorar, apresenta uma área de 47.386 m<sup>2</sup>, o que representa cerca de 16%, abaixo do valor mínimo de 25% para exploração estabelecido pela Basitec/Dermu.

**Figura 48** - Imagem de satélite das jazida J-7 (2021).



Fonte: *Software* Google Earth.

**Figura 49** - Vista geral da jazida J-7 (2021).



Fonte: *Software* Google Earth.

**Figura 50** - Vista geral da região do polígono azul da Figura 48 (2021).



Fonte: *Software* Google Earth.

## b) Análise qualitativa

Mesmo não sendo havendo interesse na exploração, foi feito a análise qualitativa da J7 por questão de complemento da pesquisa sobre a jazida. Abaixo é apresentado a tabela resumo das características físicas e mecânicas da J7 com mistura de 2% de cimento.

**Tabela 08** - Resumo das características físicas e mecânicas da J7.

| <b>Rodovia :</b><br><b>Trecho :</b> PAVIMENTAÇÃO URBANA - GOIÂNIA - DERMU - 2005<br><b>Ocorrência :</b> JAZIDA - J-07 |          |           |          |                   |                   |                      |           |          |                   |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|----------|-------------------|-------------------|----------------------|-----------|----------|-------------------|-------------------|
| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS                                                                                   |          |           |          |                   |                   |                      |           |          |                   |                   |
| Ensaio de caracterização                                                                                              |          |           |          |                   |                   | Compactação e ISC    |           |          |                   |                   |
|                                                                                                                       | Peneiras | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{m\acute{a}x}$ | $X_{m\acute{i}n}$ |                      | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{m\acute{a}x}$ | $X_{m\acute{i}n}$ |
| Granulometria<br>% Passada                                                                                            | 2"       |           |          |                   |                   | Proctor<br>Normal    | Dmáx      |          |                   |                   |
|                                                                                                                       | 1"       | 92,29     | 3,66     | 94,1              | 90,5              |                      | Hót       |          |                   |                   |
|                                                                                                                       | 3/4"     | 86,42     | 3,95     | 88,4              | 84,5              |                      | Exp       |          |                   |                   |
|                                                                                                                       | 3/8"     | 68,26     | 4,10     | 70,3              | 66,2              |                      | ISC       |          |                   |                   |
|                                                                                                                       | Nº 4     | 41,15     | 5,07     | 43,6              | 38,6              | Proctor<br>Intermed. | Dmáx      | 1,81     | 0,03              | 1,84              |
|                                                                                                                       | Nº 10    | 27,29     | 6,11     | 30,3              | 24,3              |                      | Hót       | 11,23    | 0,55              | 11,81             |
|                                                                                                                       | Nº 40    | 23,09     | 5,44     | 25,8              | 20,4              |                      | Exp       | 0,00     | 0,00              | 0,00              |
|                                                                                                                       | Nº 200   | 14,20     | 3,70     | 16,0              | 12,4              |                      | ISC       | 117,61   | 9,80              | 127,93            |

Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

A Tabela 08 mostra que a jazida apresentava material granular com ISC (Índice de Suporte Califórnia) com valor médio de 117,61% e expansão com valor de 0%. Dessa forma, com essas características e com base nos critérios do DNIT, a J7 apresenta cascalho adequado para ser utilizado com adição de 2% de cimento nos serviços de pavimentação como sub-base e base para ruas de tráfego pesado ( $N \geq 5,0 \times 10^6$ ), e também para tráfego leve e médio.

### 3.1.8. Jazida J-8A e J-8B - Abadia de Goiás - GO

#### a) Análise quantitativa

A jazida J-8A e J-8B estão localizadas no município de Abadia de Goiás - GO, distantes 1,0 km do eixo da GO-469 e a 0,8km de Abadia de Goiás, a rodovia GO-439 liga as cidades de Abadia de Goiás a Aragoiânia. Esta jazida pode ser localizada através das coordenadas E: 666962 e N: 8145210, e a J-8B nas coordenadas E: 667791 e N: 8145480,

O material destas jazidas foi considerado atualmente escasso. Ademais, houve um forte avanço de loteamento na região nos últimos anos. Portanto, não é mais possível haver extração de cascalho nas jazidas J-8A e J-8B. Na figura 51 é mostrado a imagem de satélite da jazida, e nas Figuras 52 e 53 as imagens das vistas gerais.

**Figura 51** - Imagem de satélite das jazidas J-8A e J-8B (2021).



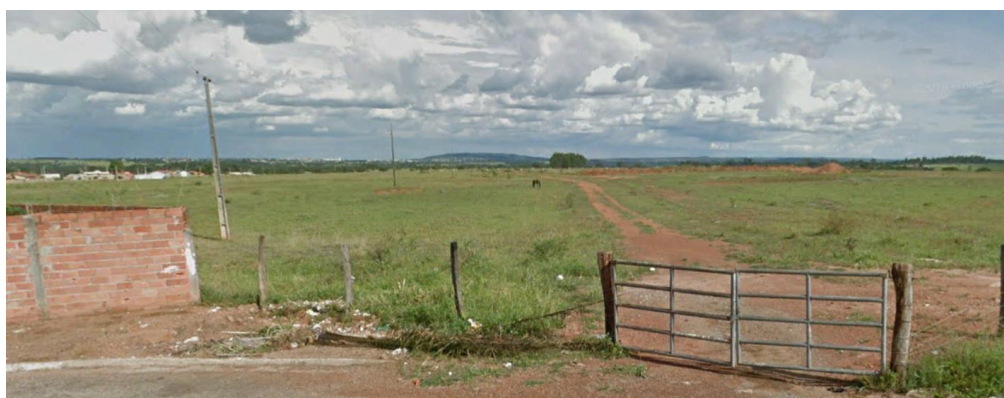
Fonte: *Software* Google Earth.

**Figura 52** - Vista geral da jazida J-8A (2021).



Fonte: *Software* Google Earth.

**Figura 53** - Vista geral da jazida J-8B (2021).



Fonte: *Software* Google Earth.

## b) Análise qualitativa

Mesmo não sendo mais explorável, foi feito a análise qualitativa da J8A e J8B por questão de complemento da pesquisa sobre a jazida. A empresa Basitec analisou as duas jazidas juntas devido a proximidade de ambas. Abaixo é apresentado a tabela resumo das características físicas e mecânicas da J8A e J8B com mistura de 2% de cimento.

**Tabela 09** - Resumo das características físicas e mecânicas da J8A e J8B.

|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Rodovia :                                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Trecho : PAVIMENTAÇÃO URBANA - GOIÂNIA - DERMU - 2005 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ocorrência : JAZIDA - J-08A & 08B                     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Fonte: BASITEC/DERMU.

A Tabela 09 mostra que a jazida apresentava material granular com ISC (Índice de Suporte Califórnia) com valor médio de 123,49% e expansão com valor de 0%. Dessa forma, com essas características e com base nos critérios do DNIT, a J8A e J8B apresentavam cascalho adequado para ser utilizado com adição de 2% de cimento nos serviços de pavimentação como sub-base e base para ruas de tráfego pesado ( $N \geq 5,0 \times 10^6$ ), e também para tráfego leve e médio.

### 3.1.9. Jazida J-9 - Abadia de Goiás - GO

#### a) Análise quantitativa

A jazida J-9 está localizada no município de Abadia de Goiás - GO, na fazenda cajueiro, distante 1,7 km do eixo da BR-060 na via GYN-23, via vicinal que liga a BR-060 ao setor Garavelo. Esta jazida pode ser localizada através das coordenadas E: 660653 e N: 8147933.

A jazida não apresenta sinal de exploração, desse modo, com área aproximadamente de 245.612 m<sup>2</sup>, é estimado que ainda possua o volume de 177.957 m<sup>3</sup> de cascalho, o valor estimado pela Basitec. Embora tenha cascalho disponível, há fatores que dificultam a exploração de cascalho, como a falta de documentos que mostrem se há licitação permitindo a extração e a proximidade da região com a nascente do Rio Santa Maria ao lado esquerdo, como é mostrado na Figura 54.

**Figura 54** - Imagem de satélite das jazidas J-9 (2021).



Fonte: *Software* Google Earth.

Além da dificuldade ambiental, existe a variação de relevo da própria jazida e das regiões em torno, com inclinação bastante variada, o que dificulta a logística de extração e transporte de cascalho, assim como a instalação de maquinário na região para a exploração. Na figura 55, desenvolvida pelo Google Earth, mostra o mapa 3D da região da jazida dentro do polígono vermelho, nota-se que a J-9 encontra-se em uma região de inclinação variada.

**Figura 55** - Mapa 3D do relevo da jazida J-9 (2021).



Fonte: *Software* Google Earth.

A partir disso, foi feito um trajeto de 586 metros no Google Earth para descobrir o perfil de elevação da região, como apresentado na Figura 56.

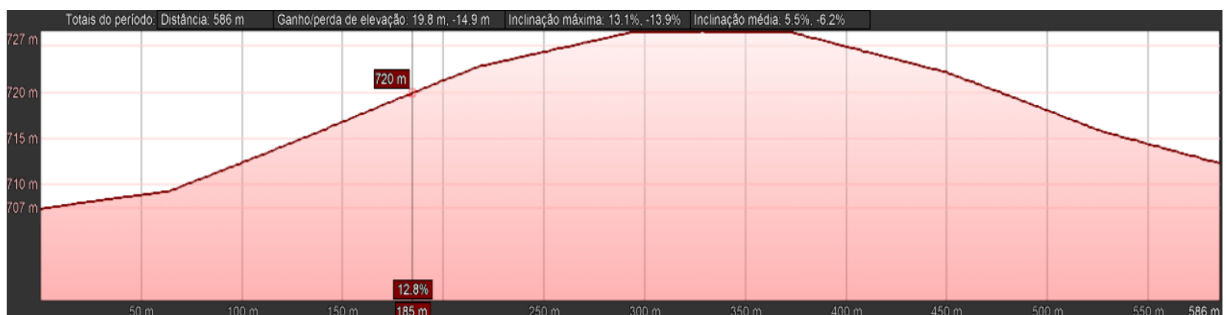
**Figura 56** -Trajeto do perfil do levantamento da jazida J-9 (2021).



Fonte: *Software* Google Earth.

Como resultado, o *software* mostrou que embora a inclinação média do relevo seja de 6,2%, ele apresenta uma forte inclinação nas extremidades, 13,1% na direita e 13,9% na esquerda, como mostrado na Figura 57.

**Figura 57** - Perfil de elevação do relevo da jazida J-9 (2021).



Fonte: *Software* Google Earth.

Portanto, considerando que a jazida J-9 nunca foi explorada, não haver processo licitatório para extração, estar próxima de uma nascente e que se encontra em uma região de relevo inclinado, conclui-se que seria melhor a não exploração de cascalho na região.

## b) Análise qualitativa

Mesmo não podendo ser explorada, foi feito a análise qualitativa da J9 por questão de complemento da pesquisa sobre a jazida. Abaixo é apresentado a tabela resumo das características físicas e mecânicas da J9 com mistura de 2% de cimento.

**Tabela 10** - Resumo das características físicas e mecânicas da J9.

| <b>Rodovia :</b><br><b>Trecho : PAVIMENTAÇÃO URBANA - GOIÂNIA - DERMU - 2005</b><br><b>Ocorrência : JAZIDA - J-09</b> |        |           |          |           |           |                      |      |           |          |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------|----------|-----------|-----------|----------------------|------|-----------|----------|-----------|
| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS                                                                                   |        |           |          |           |           |                      |      |           |          |           |
| Ensaio de caracterização                                                                                              |        |           |          |           |           | Compactação e ISC    |      |           |          |           |
| Peneiras                                                                                                              |        | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{máx}$ | $X_{mín}$ |                      |      | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{máx}$ |
|                                                                                                                       |        |           |          |           |           |                      |      |           |          | $X_{mín}$ |
| Granulometria<br>% Passada                                                                                            | 2"     |           |          |           |           | Proctor<br>Normal    | Dmáx |           |          |           |
|                                                                                                                       | 1"     | 92,29     | 3,66     | 94,1      | 90,5      |                      | Hót  |           |          |           |
|                                                                                                                       | 3/4"   | 86,42     | 3,95     | 88,4      | 84,5      |                      | Exp  |           |          |           |
|                                                                                                                       | 3/8"   | 68,26     | 4,10     | 70,3      | 66,2      |                      | ISC  |           |          |           |
|                                                                                                                       | Nº 4   | 41,15     | 5,07     | 43,6      | 38,6      | Proctor<br>Intermed. | Dmáx | 1,99      | 0,03     | 2,03      |
|                                                                                                                       | Nº 10  | 27,29     | 6,11     | 30,3      | 24,3      |                      | Hót  | 12,38     | 0,61     | 13,02     |
|                                                                                                                       | Nº 40  | 23,09     | 5,44     | 25,8      | 20,4      |                      | Exp  | 0,00      | 0,00     | 0,00      |
|                                                                                                                       | Nº 200 | 14,20     | 3,70     | 16,0      | 12,4      |                      | ISC  | 129,67    | 10,81    | 141,04    |
|                                                                                                                       |        |           |          |           |           |                      |      |           |          | 118,29    |

Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

A Tabela 10 mostra que a jazida apresentava material granular com ISC (Índice de Suporte Califórnia) com valor médio de 129,67% e expansão com valor de 0%. Dessa forma, com essas características e com base nos critérios do DNIT, a J9 apresenta cascalho adequado para ser utilizado com adição de 2% de cimento nos serviços de pavimentação como sub-base e base para ruas de tráfego pesado ( $N \geq 5,0 \times 10^6$ ), e também para tráfego leve e médio.

### 3.1.10. Jazida J-10 - Abadia de Goiás - GO

#### a) Análise quantitativa

A jazida J-10 está localizada no município de Aragoiânia - GO, distante 1,0 km do eixo da GO-469 e a 1,5km a direita da BR-060 no município de Abadia de Goiás, a GO- 439 liga as cidades de Abadia de Goiás a Trindade - GO. Esta jazida pode ser localizada através das coordenadas E: 666159 e N: 8148745.

Foi notado que o ponto da coordenada está em uma região cheio de árvores de eucalipto, como mostrado na Figura 58. Segundo as informações dos proprietários da região, antes de plantarem os eucaliptos, houve bastante exploração de cascalho na jazida e que atualmente não é mais possível a extração, além disso, estão interessados em realizar loteamento e instalar usina fotovoltaica na região ao redor. Nas Figuras 59 e 60 mostram a vista por cima da J10 e a vista geral, respectivamente.

**Figura 58** - Imagem de satélite das jazidas J-10 (2021).



Fonte: *Software* Google Earth.

**Figura 59** - Vista por cima da jazida J-10 (2021).



Fonte: Arquivo pessoal

**Figura 60** - Vista geral da jazida J-10 (2021).



Fonte: *Software* Google Earth.

## b) Análise qualitativa

Mesmo não sendo mais explorável, foi feito a análise qualitativa da J10 por questão de complemento da pesquisa sobre a jazida. Abaixo é apresentado a tabela resumo das características físicas e mecânicas da J10 com mistura de 2% de cimento.

**Tabela 11** - Resumo das características físicas e mecânicas da J10.

| <b>Rodovia :</b><br><b>Trecho :</b> PAVIMENTAÇÃO URBANA - GOIÂNIA - DERMU - 2005<br><b>Ocorrência :</b> JAZIDA - J-10 |          |           |          |                  |                  |                      |           |          |                  |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------|----------|------------------|------------------|----------------------|-----------|----------|------------------|------------------|
| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS                                                                                   |          |           |          |                  |                  |                      |           |          |                  |                  |
| Ensaio de caracterização                                                                                              |          |           |          |                  |                  | Compactação e ISC    |           |          |                  |                  |
|                                                                                                                       | Peneiras | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{\text{máx}}$ | $X_{\text{mín}}$ |                      | $\bar{X}$ | $\sigma$ | $X_{\text{máx}}$ | $X_{\text{mín}}$ |
| Granulometria<br>% Passada                                                                                            | 2"       |           |          |                  |                  | Proctor<br>Normal    | Dmáx      |          |                  |                  |
|                                                                                                                       | 1"       | 92,29     | 3,66     | 94,1             | 90,5             |                      | Hót       |          |                  |                  |
|                                                                                                                       | 3/4"     | 86,42     | 3,95     | 88,4             | 84,5             |                      | Exp       |          |                  |                  |
|                                                                                                                       | 3/8"     | 68,26     | 4,10     | 70,3             | 66,2             |                      | ISC       |          |                  |                  |
|                                                                                                                       | Nº 4     | 41,15     | 5,07     | 43,6             | 38,6             | Proctor<br>Intermed. | Dmáx      | 1,90     | 0,03             | 1,92             |
|                                                                                                                       | Nº 10    | 27,29     | 6,11     | 30,3             | 24,3             |                      | Hót       | 11,76    | 0,58             | 12,37            |
|                                                                                                                       | Nº 40    | 23,09     | 5,44     | 25,8             | 20,4             |                      | Exp       | 0,00     | 0,00             | 0,00             |
|                                                                                                                       | Nº 200   | 14,20     | 3,70     | 16,0             | 12,4             |                      | ISC       | 123,18   | 10,27            | 133,99           |
|                                                                                                                       |          |           |          |                  |                  |                      |           |          |                  |                  |
|                                                                                                                       |          |           |          |                  |                  |                      |           |          |                  |                  |

Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

A Tabela 11 mostra que a jazida apresentava material granular com ISC (Índice de Suporte Califórnia) com valor médio de 123,18% e expansão com valor de 0%. Dessa forma, com essas características e com base nos critérios do DNIT, a J10 apresentava cascalho adequado para ser utilizado com adição de 2% de cimento nos serviços de pavimentação como sub-base e base para ruas de tráfego pesado ( $N \geq 5,0 \times 10^6$ ), e também para tráfego leve e médio.

### 3.1.11. Jazida J-11 - Abadia de Goiás - GO

#### a) Análise quantitativa

A jazida J-11 está localizada no município de Aragoiânia - GO, distante 0.3 km do eixo da GO-469 e a 1,5km do município de Abadia de Goiás, a GO-439 liga as cidades de Abadia de Goiás a Aragoiânia - GO. Esta jazida pode ser localizada através coordenadas E: 666714 e N: 8144921.

O material desta jazida foi considerado atualmente escasso. Ademais, houve um forte avanço de loteamento na região nos últimos anos. Portanto, não é mais possível haver extração de cascalho na jazida J-11. Na figura 61 é mostrado a imagem de satélite da jazida, e na Figura 62 a imagem da vista geral.

**Figura 61** - Imagem de satélite das jazidas J-11 (2021).



Fonte: *Software* Google Earth.

**Figura 62** - Vista geral da jazida J-11 (2021).



Fonte: *Software* Google Earth.

## b) Análise qualitativa

Mesmo não sendo mais explorável, foi feito a análise qualitativa da J11 por questão de complemento da pesquisa sobre a jazida. Abaixo é apresentado a tabela resumo das características físicas e mecânicas da J11 com mistura de 2% de cimento.

**Tabela 12** - Resumo das características físicas e mecânicas da J11.

|                                                       |        |                |          |                   |                   |                      |      |                |          |                   |                   |
|-------------------------------------------------------|--------|----------------|----------|-------------------|-------------------|----------------------|------|----------------|----------|-------------------|-------------------|
| Rodovia :                                             |        |                |          |                   |                   |                      |      |                |          |                   |                   |
| Trecho : PAVIMENTAÇÃO URBANA - GOIÂNIA - DERMU - 2005 |        |                |          |                   |                   |                      |      |                |          |                   |                   |
| Ocorrência : JAZIDA - J-11                            |        |                |          |                   |                   |                      |      |                |          |                   |                   |
| CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS                   |        |                |          |                   |                   |                      |      |                |          |                   |                   |
| Ensaio de caracterização                              |        |                |          |                   |                   | Compactação e ISC    |      |                |          |                   |                   |
| Peneiras                                              |        | $\overline{X}$ | $\sigma$ | $X_{m\acute{a}x}$ | $X_{m\acute{i}n}$ |                      |      | $\overline{X}$ | $\sigma$ | $X_{m\acute{a}x}$ | $X_{m\acute{i}n}$ |
| Granulometria<br>% Passada                            | 2"     |                |          |                   |                   | Proctor<br>Normal    | Dmáx |                |          |                   |                   |
|                                                       | 1"     | 92,29          | 3,66     | 94,1              | 90,5              |                      | Hót  |                |          |                   |                   |
|                                                       | 3/4"   | 86,42          | 3,95     | 88,4              | 84,5              |                      | Exp  |                |          |                   |                   |
|                                                       | 3/8"   | 68,26          | 4,10     | 70,3              | 66,2              |                      | ISC  |                |          |                   |                   |
|                                                       | Nº 4   | 41,15          | 5,07     | 43,6              | 38,6              | Proctor<br>Intermed. | Dmáx | 1,61           | 0,02     | 1,64              | 1,59              |
|                                                       | Nº 10  | 27,29          | 6,11     | 30,3              | 24,3              |                      | Hót  | 9,99           | 0,49     | 10,51             | 9,48              |
|                                                       | Nº 40  | 23,09          | 5,44     | 25,8              | 20,4              |                      | Exp  | 0,00           | 0,00     | 0,00              | 0,00              |
|                                                       | Nº 200 | 14,20          | 3,70     | 16,0              | 12,4              |                      | ISC  | 104,70         | 8,73     | 113,89            | 95,52             |

Fonte: BASITEC/DERMU, 2005.

A Tabela 12 mostra que a jazida apresentava material granular com ISC (Índice de Suporte Califórnia) com valor médio de 104,70% e expansão com valor de 0%. Dessa forma, com essas características e com base nos critérios do DNIT, a J11 apresentava cascalho adequado para ser utilizado com adição de 2% de cimento nos serviços de pavimentação como sub-base e base para ruas de tráfego pesado ( $N \geq 5,0 \times 10^6$ ), e também para tráfego leve e médio.

### 3.2. RESUMO DOS RESULTADOS

A partir disso, é possível observar que de 15 cascalheiras disponíveis em 2005, em 2021, apenas 5 estavam disponíveis para exploração. Partindo disso, foi elaborado a Tabela 13 para resumir o volume de cascalho disponível estimado, o percentual em relação ao volume inicial; e para as jazidas não possíveis de serem exploradas, os motivos que geraram a indisponibilidade.

**Tabela 13** - Volume total de cascalho disponível.

| Nome da jazida                            | Volume disponível atual (m³) | Volume disponível em 2005 (m³) | Percentual em relação ao volume inicial | Razões da indisponibilidade (para jazidas indisponíveis) |
|-------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Jazida J-1A e J-1B – Trindade – GO        | 185.117                      | 233.250                        | 79,36%                                  | -                                                        |
| Jazida J-2A e J-2B – Senador Canedo – GO  | -                            | 41.731                         | -                                       | Esgotado                                                 |
| Jazida J-3A e J-3B – Bonfinópolis – GO    | 100.652                      | 105.840                        | 95,10%                                  | -                                                        |
| Jazida J-4 – Bela Vista – GO              | 26.300                       | 95.985                         | 27,40%                                  | -                                                        |
| Jazida J-5 – Aragoiânia – GO              | -                            | 86.913                         | -                                       | Esgotado e Loteamento                                    |
| Jazida J-6 – Aragoiânia- GO               | -                            | 67.500                         | -                                       | Esgotado                                                 |
| Jazida J-7 – Abadia de Goiás – GO         | -                            | 79.438                         | -                                       | Ambiental e Loteamento                                   |
| Jazida J-8A e J-8B – Abadia de Goiás – GO | -                            | 141.700                        | -                                       | Esgotado e Loteamento                                    |
| Jazida J-9 Abadia de Goiás – GO           | -                            | 177.957                        | -                                       | Ambiental e Relevô Inclinado                             |
| Jazida J-10 – Abadia de Goiás – GO        | -                            | 45.964                         | -                                       | Esgotado                                                 |
| Jazida J-11 – Abadia de Goiás – GO        | -                            | 30.000                         | -                                       | Esgotado e Loteamento                                    |
| Total de volume disponível                | 312.069                      |                                |                                         |                                                          |

Fonte: Autoria própria.

#### 4. CONCLUSÃO

Com a realização do presente trabalho, pretendeu identificar quais jazidas que apresentavam cascalho em 2005 ainda possui disponibilidade para fornecer o material granular para base e sub-base em 2021. A pesquisa conseguiu investigar sobre a disponibilidade de cascalho no entorno de Goiânia, calcular o volume útil existente, analisar qualitativamente e realizar mapeamento da região.

Através dos dados coletados na pesquisa em campo, informações fornecidas pelo relatório da Basitec/Dermu e por meio de utilização de *software*, conclui-se que, depois de 16 anos, a maioria das jazidas analisadas não apresentam mais cascalho disponível para exploração. A partir disso, foi percebido que as duas principais causas da indisponibilidade são a escassez do material e o avanço de loteamento para estas regiões. Nota-se que, quase todas as cascalheiras de Abadia de Goiás, região que havia grande quantidade de cascalho em 2005, estão indisponíveis devido a estes dois motivos, mostrando que a expansão das cidades goianas está dificultando o encontro de cascalho para as camadas de base e sub-base de pavimento. Outra razão da indisponibilidade é a questão ambiental, como mostrado nas jazidas J-7 e J-9.

Desse modo, é possível notar que como mostrado no Capítulo 2 deste trabalho, Revisão Bibliográfica, a expansão urbana ao mesmo tempo que necessita de mais material granular para a produção de pavimentação, ela também gera obstáculos na descoberta de novas jazidas e dificuldades em continuar explorando as antigas cascalheiras conhecidas, além de encontrar dificuldades ambientais. Com o crescimento urbano, a construção civil vem se destacando e necessitando de estratégias para a coordenação do uso de agregados para pavimento, elemento fundamental no desenvolvimento do país. Por conseguinte, a extração de materiais correlatos, em destaque no trabalho, material granular (cascalho) se torna imprescindível.

Ademais, sobre as 5 jazidas que ainda estão disponíveis para a extração de cascalho, a análise qualitativa mostrou que estas apresentam o material granular de boa aplicação em camadas de base e sub-base de pavimentação quando adicionadas com 2% de cimento em peso, podendo ser transportado para quase todas as regiões de Goiânia. As cascalheiras J-1A, J-1B, J-3A, J-3B e J4 são capazes de fornecer um total de 312.069 m<sup>3</sup> de agregados.

Por fim, conclui-se que há a necessidade de se encontrar novas formas de buscar meios para a produção de base e sub-base de pavimento, pois nota-se que a cidade de Goiânia, e o seu entorno, está sofrendo de um fenômeno que já está ocorrendo em outras grandes cidades brasileiras, que é a falta do agregado de cascalho para as camadas de vias pavimentadas.

## **5. SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS**

Para futuros trabalhos, podem ser pesquisados quais outros agregados, como brita ou quartzo, podem ser encontrados nas 15 jazidas estudadas neste trabalho, podendo realizar uma análise quantitativa e qualitativa destes materiais.

Também pesquisar outras formas viáveis para a produção das camadas de base e sub-base de pavimentação para o município de Goiânia no cenário de escassez de cascalho na região do entorno da capital goiana.

E pesquisar se ainda é possível encontrar outras jazidas fornecedoras de cascalho nas regiões próximas de Goiânia.

## 6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9935: Agregados - Terminologia**. Rio de Janeiro. 2011.

BALBO, J. T. **Pavimentação asfáltica: materiais, projeto, e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BASITEC/DERMU, Projetos e Construções. Departamento Estradas Rodagem Município de Goiânia. **Relatório Final de alternativas de materiais de pavimentação para município de Goiânia**. Goiânia, p. 119. 2005.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G. DA, CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2010.

CENTRO DE DOCUMENTAÇÃO E INFORMAÇÃO. **Minerais Estratégicos e Terras-Raras**. Brasília, p. 241. 2014.

CHIOSSI, N. **Geologia de engenharia**. 3ª. ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2013. 424 p.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **DNIT IPR - 719: Manual de Pavimentação**. Rio de Janeiro, 2006.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **Pavimentação: Reforço do subleito - Especificação de Serviço 138**. Rio de Janeiro. 2010a.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **Pavimentação: - Sub-base estabilizada granulometricamente - Especificação de Serviço 139**. Rio de Janeiro. 2010b.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **Pavimentação: Sub-base de solo melhorado com cimento - Especificação de Serviço 140**. Rio de Janeiro. 2022.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. **Pavimentação: - Base estabilizada granulometricamente - Especificação de Serviço 141**. Rio de Janeiro. 2010c.

GOLLMANN, K *et al.* **Projeto materiais de construção civil na região metropolitana de Goiânia: estado de Goiás**. Goiânia, p. 455. 2016.

GENNESSEAU, M. M. L. **Avaliação da durabilidade de misturas asfálticas a quente e mornas contendo material asfáltico fresado**. 195 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo, 2015.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Goiânia - Panorama.** 2021. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/goiania/panorama>>. Acesso em 27 fev. 2022.

LA SERNA, H. A.; REZENDE, M. M. Agregados para a construção civil. Brasília, 2013, 602-635 p. Disponível em: <<https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/outras-publicacoes-1/8-1-2013-agregados-minerais>>. Acesso em: 1 ago. 2021.

MARANGON, M. **Geotecnia de Fundações e Obras de Terra.** Juiz de Fora: UFJF, 2018.

MOREIRA, M. L. O. *et al.* **Geologia do estado de Goiás e Distrito Federal.** Goiânia: CPRM, 2008. 143 p.

NASCIMENTO, M. A. L. S. . **Geomorfologia do Estado de Goiás.** Boletim Goiano de Geografia, Goiânia, v. 12, n.1, p. 1-22, 1991.

PRANDINI, L.; FREITAS , C. G. L. D.; NAKAZAWA, V. A. **Cartografia geotécnica nos planos diretores regionais e municipais.** São Paulo: Anais, 1992.

QUARESMA, L.F. **Relatório Técnico 31.** Perfil de areia para construção civil. Ministério de Minas e Energia (MME), Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM), 2009. 33 p.

REIS, F. A. G. V. *et al.* **A Geologia na Construção e Desenvolvimento Sustentável do Brasil.** 1ª edição. ed. São Paulo: Funep, 2019. 180 p.

SANTOS, D. F. A. D. Pavimentação rodoviária: a recuperação em discussão. **Engineering Sciences**, Araguaína, v. 7, n. 2, p. p.78, junho 2019.

VALEJOS, C. V. *et.al.* **Cálculo de Ensaio Laboratoriais de Mecânica dos Solos.** Curitiba - PR, 2005.

ZUQUETTE, L. V. **Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para condições brasileiras.** (Tese de Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos - USP, São Carlos, 1987.