

**UNIEVANGÉLICA**

**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ANA CLARA AMANCIO**

**DANILLO SIQUEIRA CAIXETA DA SILVA**

**PAVIMENTAÇÃO COM “PÉ-DE-MOLEQUE”: CONDIÇÃO  
HISTÓRICA E VIABILIDADE PARA ESTRADA-PARQUE  
DOS PIRENEUS**

**ANÁPOLIS / GO  
2021**

**ANA CLARA AMANCIO  
DANILLO SIQUEIRA CAIXETA DA SILVA**

**PAVIMENTAÇÃO COM “PÉ-DE-MOLEQUE”: CONDIÇÃO  
HISTÓRICA E VIABILIDADE PARA ESTRADA-PARQUE  
DOS PIRENEUS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

**ORIENTADOR: CARLOS EDUARDO FERNANDES**

**ANÁPOLIS / GO: 2021**

## FICHA CATALOGRÁFICA

AMANCIO, ANA CLARA/ CAIXETA DA SILVA, DANILLO SIQUEIRA

Pavimentação com “Pé-de-Moleque” estudo de viabilidade técnica para a região de Pirenópolis-Go.

85P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2021).

TCC - UniEVANGÉLICA

Curso de Engenharia Civil.

1. Pé-de-moleque

2. Pavimentação

3. Pavimento intertravado

4. Patrimônio Histórico

I. ENC/UNI

II. Bacharel

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AMANCIO, Ana Clara; CAIXETA DA SILVA, Danillo Siqueira. Pavimentação com “Pé-de-Moleque” estudo de viabilidade técnica para a região de Pirenópolis-GO. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO, 85p. 2021.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Ana Clara Amancio

Danillo Siqueira Caixeta da Silva

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO:  
Pavimentação com “Pé-de-Moleque”: condição histórica e viabilidade para estrada-parque dos Pireneus.

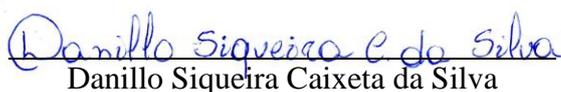
GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2021

É concedida à UniEVANGÉLICA a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

  
Ana Clara Amancio

E-mail: anaclaraamancio1998@gmail.com

  
Danillo Siqueira Caixeta da Silva

E-mail: danillosiqueiracs@hotmail.com

**ANA CLARA AMANCIO  
DANILLO SIQUEIRA CAIXETA DA SILVA**

**PAVIMENTAÇÃO COM “PÉ-DE-MOLEQUE”: CONDIÇÃO  
HISTÓRICA E VIABILIDADE PARA ESTRADA-PARQUE  
DOS PIRENEUS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE  
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL**

**APROVADO POR:**

*Carlos Eduardo Fernandes*

---

**CARLOS EDUARDO FERNANDES, Mestre (UniEVANGÉLICA)  
(ORIENTADOR)**

*Eduardo Dourado Argolo*

---

**EDUARDO DOURADO ARGOLO, Mestre (UniEVANGÉLICA)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

*Glediston N. C. Júnior*

---

**GLEDISTON NEPOMUCENO COSTA JÚNIOR, Mestre  
(UniEVANGÉLICA)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

**DATA: ANÁPOLIS/GO, 30 de NOVEMBRO de 2021.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem Ele nada seria possível. Agradeço pela coragem e fé dada, e por ser O motivo pelo qual nunca me deixei abater com os problemas do dia-a-dia, procurando sempre mais forças para continuar. Agradeço a todas as pessoas que fizeram parte deste processo. A minha mãe, que me concedeu a vida, e me permitiu voar, mesmo que ainda muito jovem, me deu forças e bagagens, baseadas no respeito, no amor e na veracidade. Minha avó (Inácia Abrantes) e avô (João Geraldo), que sempre dedicaram sua vida ao bem de sua família, que me ajudaram no início de tudo, sendo pessoas de grande eminência, me proporcionaram a visão de luz e esperança. Gratidão a minha tia Celma e prima Carolina, que me abriram as portas de sua casa e de seus corações, me fazendo sentir em casa, amada e muito bem acolhida. Agradeço a todos os profissionais da universidade UniEVANGÉLICA, que sempre atingiram os melhores parâmetros, de ensino e humanidade. Agradeço especialmente, meu companheiro Luan Mesquita, que foi (e ainda é) meu principal apoiador, que com toda paciência, amor e zelo pela família, me fez deslumbrar um futuro, de muito sucesso, fundamentado nos estudos e na palavra de Deus, me reanimando, desde o princípio, com forças jamais imagináveis. Por fim, agradeço a minha dupla, Danillo Siqueira, ao nosso professor orientar Carlos Eduardo, ao grande amigo Cristiano da Costa, aos engenheiros: Virginia M. O. B. de Pina e Fernando Madueño, que contribuíram de forma valorosa, destacando o projeto piloto do engenheiro civil Fernando Madueño, que pode dar um segmento mais elaborado em nossa pesquisa.

Ana Clara Amancio

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado a glória de chegar até aqui, e sempre ter me abençoado, durante as minhas conquistas. Aos meus pais e irmã, por serem o meu alicerce, e serem as pessoas que mais me incentivaram nessa jornada, não deixando nunca desistir dos meus objetivos e sonhos. Agradeço por terem me ensinado que a maior riqueza de uma pessoa são os estudos, e que isso, ninguém poderá tirar de você. Agradeço também a todos os professores e profissionais, por transmitir todo conhecimento adquirido ao longo desses 5 anos, da melhor maneira possível. Por fim agradeço a minha colega e ao nosso orientador que juntos desenvolvemos este trabalho com muita dedicação.

Danillo Siqueira Caixeta da Silva

## RESUMO

O presente estudo fomenta a identificação e configuração da criação de uma estrada-parque de modo técnico, mediante análise dos parâmetros de relevância do processo de planejamento, aliando aos interesses políticos, ambientais e culturais. Utilizou-se o método indutivo, formou-se argumentos que frisam a adequação de EP's como unidade de conservação e ferramenta da política socioambiental, correlatando com a destinação da continuidade do projeto proposto pelo Estado do Governo de Goiás, em proceder com a elaboração do projeto e seguimento na implantação da Estrada-Parque dos Pireneus, destacando o uso da pavimentação com "pé-de-moleque". O estudo entendeu a utilização do PDM (material abundante na região de Pirenópolis-GO), como alternativa ecologicamente mais viável e técnica, na continuação do projeto proposto. Destacando seu alto valor histórico e panorâmico cênico cultural. Comparando a uma pavimentação comum, como TSD, o emprego do "pé-de-moleque" conserva consideravelmente estes parâmetros entendidos para implantação de uma estrada-parque, pois conjuga-se com a preservação e conservação do meio ambiente. O estudo atinge o objetivo inicial de ligar a utilização de PDM como material construtivo para pavimentação da estrada-parque, para produzir o desenvolvimento de estudos de práticas tecnicamente viáveis para esta pavimentação, e inserindo também estudos de concepção de uma legítima estrada-parque, contribuindo com o desempenho sustentável e cultural da cidade de Pirenópolis. Equacionando a necessidade de restaurações e manutenções desordenadas, evitando o asfaltamento tradicional, impedindo a descaracterização patrimonial, contribuindo para gerenciamento do parque evitando inúmeros danos ao município.

**PALAVRAS CHAVES:** Pavimentação, Pé-de-Moleque, Estrada-Parque.

## **ABSTRACT**

This study promotes the identification and configuration of the creation of a parkway in a technical way, through the analysis of the relevant parameters of the planning process, combining political, environmental and cultural interests. The inductive method was used, arguments were formed that emphasize the adequacy of EP's as a conservation unit and a tool of socio-environmental policy, correlating with the destination of continuity of the project proposed by the State of the Government of Goiás, in proceeding with the elaboration of the project and follow-up on the implementation of the Pireneus Park Road, highlighting the use of paving with “pé-de-moleque”. The study understood the use of PDM (abundant material in the region of Pirenópolis-GO), as an ecologically more viable and technical alternative, in the continuation of the proposed project. Highlighting its high, historical and panoramic cultural scenic value. Comparing to a common pavement, such as TSD, the use of “pé-de-moleque” considerably conserves these parameters understood for the implantation of a park road, as it is combined with the preservation and conservation of the environment. The study achieves the initial objective of linking the use of PDM as a constructive material for parkway paving, to produce the development of studies of technically viable practices for this paving, and also inserting studies on the design of a legitimate parkway, contributing with the sustainable and cultural performance of the city of Pirenópolis. Equating the need for disorderly restorations and maintenance, avoiding traditional paving, preventing the deterioration of heritage, contributing to park management, avoiding numerous damages to the municipality.

**KEYWORDS:** Paving, Moleque's Foot, Parkway.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa ilustrativo. Localização geográfica de Pirenópolis-Go.....	26
Figura 2 - Pôr do sol durante a festa do Morro, segundo pico .....	27
Figura 3 - Capela atual, construída no alto dos Pireneus.....	27
Figura 4 - Cachoeira do Abade.....	28
Figura 5 - Mirante do Ventilador.....	28
Figura 6 – Cachoeira Santa Maria .....	29
Figura 7 - Unidades Geomorfológicas identificadas em Pirenópolis – GO .....	30
Figura 8 – Localização da Pedreira da Prefeitura de Pirenópolis.....	36
Figura 9 – Localização e Contexto Geológico – Pedreira da Prefeitura .....	37
Figura 10 - Limites da APA dos Pireneus .....	39
Figura 11 - Localização do Parque Estadual dos Pireneus .....	39
Figura 12 – Localização o Geoparque Pireneus .....	40
Figura 13 – Divisão dos Geossítios .....	42
Figura 14 – Formações rochosas de 2 bilhões de anos mapeadas no Parque dos Pireneus.....	43
Figura 15 - Estrada da Entrada secundária do Parque Estadual dos Pireneus.....	44
Figura 16 - Estrutura do pavimento intertravado.....	48
Figura 17 - Foto da estrada-parque dos Pireneus – via google Earth.....	54
Figura 18 - Trevo em Pirenópolis partindo do ponto inicial em direção a estrada-parque .....	54
Figura 19 - Foto do fim do segmento pavimentado, trecho Cocalzinho e PEP.....	55
Figura 20 – Trecho da estrada-parque coincidente com a BR-070 .....	56
Figura 21 – Encontro BR-70 com a estrada-parque .....	56
Figura 22 – Portal leste do parque .....	57
Figura 23 - Portal oeste do parque.....	57
Figura 24 – Foto de placa existente na estrada-parque.....	58
Figura 25 – Placa na estrada-parque.....	58
Figura 26 - Foto de placa indicativa e Morro do Cabeludo.....	59
Figura 27 – Placa na estrada-parque.....	59
Figura 28 - Pavimentação no setor Meia Ponte, em Pirenópolis.....	61
Figura 29 – Foto da rua da Cruz tirada por Valdomiro de A. Godinho em 1978.....	62
Figura 30 - Casa dos primeiros tempos, rua da Cruz.....	62
Figura 31 – Gráfico com o grupo de entrevistados .....	63

Figura 32 – Gráfico de porcentagem quanto a participação sobre a pavimentação com pé-de-moleque .....	64
Figura 33 – Gráfico de porcentagem quanto a noção sobre a conceituação de estradas-parque .....	64
Figura 34 – Gráfico de porcentagem a respeito do entendimento sobre à estrada-parque dos Pireneus .....	65
Figura 35 – Gráfico de porcentagem quanto a ciência das ações de implantação da estrada-parque dos Pireneus .....	65
Figura 36 – Gráfico de porcentagem sobre as opiniões a respeito da pavimentação da estrada-parque dos Pireneus .....	66
Figura 37 – Gráfico de porcentagem de dependência sobre a estrada-parque dos Pireneus ....	66
Figura 38 – Grande vala na estrada-parque dos Pireneus, com altura de quase 1 metro .....	68
Figura 39 – Largura da vala na estrada-parque dos Pireneus, com 1,40 metros .....	68
Figura 40 – Apresentação do solo recém raspado, seguimento Pirenópolis e PEP.....	69
Figura 41 – Vala a esquerda do leitor, no seguimento Pirenópolis e PEP .....	70
Figura 42 – Alargamento da estrada-parque no seguimento Pirenópolis e PEP .....	70
Figura 43 – Alargamento da estrada no seguimento Pirenópolis e PEP .....	70
Figura 44 - Estado atual da estrada.....	71
Figura 45 - Ilustração da proposta estrada-parque realizada através do EIA-RIMA .....	72
Figura 46 - Ilustração proposta pelos autores, estrada-parque pavimentada com PDM .....	72

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dureza dos Minerais.....	32
-------------------------------------	----

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Critérios de classificação de rodovias.....	45
--	----

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

AASHTO – Association of State Highway and Transportation Officials.

APA – Área de preservação ambiental.

CBUQ – mistura preparada na usina e já deixa a fábrica pronta para ser aplicada sem qualquer manipulação em seu conteúdo.

CNUMAD – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente.

DEINFRA - Departamento Estadual de Infraestrutura do estado de Santa Catarina

ONGs – Organizações Não Governamentais.

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

DNIT – Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transporte.

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral.

EIA – Estudo de Impactos Ambientais.

EP's – Estradas Parque.

ET AL – Expressão que simplifica referências e citações com quatro autores ou mais.

GEOS – Escola de Capacitação e Consultoria em Geoprocessamento.

IBGE – O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços.

LABTEC ROCHAS – Laboratório de Caracterização de Rochas Ornamentais.

CF/88 – Constituição Federal de 1988.

PDM – Pé-de-moleque.

PEP – Parque Estadual dos Pirineus.

PROBIO – Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira.

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental – é o relatório que traz todas as conclusões apresentadas no EIA – Estudo de Impacto Ambiental.

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial.

TSD - Tratamento Superficial Duplo.

UC – Unidade de Conservação.

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais.

UNB – Universidade de Brasília.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	18
1.2 OBJETIVOS.....	20
<b>1.2.1 Objetivo geral.....</b>	<b>20</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>20</b>
1.3 METODOLOGIA.....	20
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	21
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>23</b>
2.1 CONTEXTO HISTÓRICO:.....	23
<b>2.1.1 Pirenópolis: Formação Histórica e Geográfica.....</b>	<b>25</b>
<b>2.1.2 Configuração mineralógica: estrutura e formação.....</b>	<b>30</b>
<b>2.1.3 O Mineral Quartzo.....</b>	<b>31</b>
<b>2.1.4 Resistência Geomecânica do Quartzo.....</b>	<b>32</b>
<b>2.1.5 Extração do Quartzo.....</b>	<b>33</b>
<b>2.1.6 Utilização do Quartzo.....</b>	<b>33</b>
<b>2.1.7 Quantidade bruta de quartzito produzida no Brasil.....</b>	<b>34</b>
<b>2.1.8 A Pedreira.....</b>	<b>35</b>
<b>2.2 PARQUE ESTADUAL MORRO DOS PIRENEUS.....</b>	<b>38</b>
<b>2.2.1 Compreensão Geológica e Hidrológica.....</b>	<b>40</b>
<b>2.3 CLASSIFICAÇÃO DAS RODOVIAS TRADICIONAIS.....</b>	<b>45</b>
<b>2.3.1 Classificação de acordo com o DNIT.....</b>	<b>45</b>
<b>2.3.2 Classificação das Rodovias de acordo com a AASHTO.....</b>	<b>46</b>
2.4 PAVIMENTAÇÃO.....	46
<b>2.4.1 Funções do pavimento.....</b>	<b>46</b>
<b>2.4.2 Classificação dos pavimentos.....</b>	<b>46</b>
<b>2.4.3 Pavimentação intertravada em alvenaria poliédrica.....</b>	<b>47</b>
<b>2.4.4 Estrutura do pavimento em alvenaria poliédrica.....</b>	<b>48</b>
2.5 ESTRADAS-PARQUE.....	49
<b>2.5.1 Contexto geral de uma estrada-parque.....</b>	<b>49</b>
<b>2.5.2 Concepção de uma estrada-parque.....</b>	<b>51</b>
<b>2.5.3 Estradas-parque no Brasil.....</b>	<b>51</b>

<b>3 ESTUDO DE CASO: DESCRIÇÃO GERAL E CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS DA ESTRADA-PARQUE DOS PIRENEUS.....</b>	<b>52</b>
3.1 ÁREA DE ESTUDO .....	53
3.2 CARACTERÍSTICAS DA PAVIMENTAÇÃO COM PDM .....	59
<b>3.2.1 Relevância patrimonial, cultural e histórica do “pé-de-moleque” .....</b>	<b>60</b>
<b>3.2.2 Análises de métodos executivos na aplicabilidade do “pé-de-moleque” na região de Pirenópolis.....</b>	<b>60</b>
3.3 QUESTIONÁRIO .....	62
3.4 ESTADO ATUAL DA ESTRADA-PARQUE SERRA DOS PIRENEUS .....	67
<b>3.4.1 Efetividade no progresso aliado ao desenvolvimento socioeconômico e ambiental na estrada-parque dos Pireneus .....</b>	<b>71</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>74</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>76</b>
<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA .....</b>	<b>82</b>

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com Veloso (2016), a criação de uma superfície mais regular, se tornou necessidade, devido ao avanço do tráfego rodoviário. Em 1870, foram instaladas as primeiras usinas de asfalto, porém a primeira instalação moderna foi fabricada em 1901. Após a Segunda Guerra Mundial a demanda por asfalto aumentou significativamente, em função da necessidade por pavimentos de alta qualidade para pistas de aeroportos para grandes aeronaves militares. Mas a preocupação voltada a sustentabilidade só passou a existir posteriormente a crise de energia e alta dos preços do petróleo, durante os anos 70. Desde então iniciou-se tecnologias de reciclagem dos pavimentos.

Na apresentação do Manual de Pavimentação - IPR-720 do DNIT, 2006, diz que, nos últimos anos, encargo da crise do petróleo, da extinção do FRN (Fundo Rodoviário Nacional) e dos progressivos cortes de investimentos na área da expansão rodoviária, a ênfase foi gradualmente deslocada da construção para atividades de recuperação e restauração de pavimentos, que seriam mais auto sustentáveis (MANUAL DE PAVIMENTAÇÃO - IPR-720 do DNIT, 2006).

A extração de quartzo e outros minerais naturais, fazem parte de um conjunto de atividades que contribuem para toda sociedade, em maior ou menor grau. Para Vidal (2013), com significativo avanço da utilização das tecnologias de rochas ornamentais, tornou-se a observar o desempenho desse setor, em consequência da alta demanda do macrossetor da construção civil, mesmo com o passar do tempo, a extração de pedras preciosas sempre se destacou por sua importância como condutor de crescimento do país, devido sua relevância econômica e social de sua cadeia produtiva. Para o mesmo autor, a capacidade de geração de empregos, quando se refere a lavra de rochas ornamentais, que fundamentalmente é exercida por pequenas e médias empresas, resulta na exportação que ultrapassa 1 bilhão/ano, resultando num valor significativo e compensatório.

O presente estudo visa de modo essencial, somar com a boa prática de arquitetura e engenharia, trazendo o fomento para desenvolvimento de estudos que visam identificar e configurar de modo técnico, a criação de uma estrada-parque. Analisando parâmetros de relevância quanto a concepção do processo de planejamento, aliando aos interesses políticos, ambientais e culturais. Utilizando o método indutivo, formando-se argumentos que frisa à adequação de EP's como unidade de conservação e ferramenta da política socioambiental, correlatando com a destinação da continuidade do projeto proposto pelo Estado do Governo de Goiás, em proceder com a elaboração do projeto Estrada-Parque dos Pireneus.

Uma alternativa economicamente viável e técnica, é a pavimentação utilizando o PDM (material abundante na região de Pirenópolis-GO), o que possibilita sua aplicabilidade na construção civil, no emprego de pavimentações, em especial para estradas-parque, que visam sustentar a preservação ecológica e cultural do meio. Conjugado especialmente à preservação do meio e à conservação de energia integrada que envolve a pavimentação urbana, além de oferecer grandes vantagens ao processo comumente utilizado – o asfaltamento (GODINHO, 2009).

A história da pavimentação expede paralelamente ao crescimento à própria história da humanidade, passando pelo povoamento dos continentes, conquistas territoriais, intercâmbio comercial, cultural e religioso, urbanização e desenvolvimento. Dessa maneira ao transcorrer dos séculos, novas tecnologias, e busca por soluções rápidas e baratas se tornou um grande aliado para o avanço das civilizações. Ainda assim, a necessidade de se conjugar sustentabilidade e construções de vias seguras e efetivas, mostrou-se a possibilidade de se aplicar resíduos da lavra de minerais ornamentais em um estilo de pavimentação ecológica e significativamente duradoura (LIEDI BARIANI BERNUCCI, 2006).

Um importante resultado da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento – CNUMAD, 1992, destacava em seu capítulo primeiro a responsabilidade governamental no estabelecimento de estratégias, planos e políticas de compatibilização entre meio ambiente e desenvolvimento (CNUMAD, 1992).

O trecho estudado, tem por característica relevante para “conceituação” de estrada-parque, pois sua segmentação se dá dentro de uma Área de Preservação Ambiental (APA). Soriano (2006), destaca numa tratativa de fragilidade a alusão nominativa, visto que para o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, as EP’s, se iguala em categorias distintas de manejo (parques e estradas-parque), situação que enfraquece este Sistema.

A estrada dos Pireneus viabiliza o acesso a diversos atrativos da cidade de Pirenópolis-GO, e promove um desenvolvimento socioeconômico significativo na cidade. Junto a necessidade de viabilizar o tráfego pela estrada, reparos realizados de forma desordenada e inapropriada, como distribuição de cascalhos, regularização da superfície com restos de materiais de construção civil, trabalhos com motoniveladora, enfim obras de recuperação da via. Estes serviços são organizados e executados, exclusivamente pela população que precisa do uso da estrada. Causando impactos que afeta diretamente a efetividade da estrada (mesmo que nas qualidades naturais, apresenta graves complicações), esses reparos, geralmente, são geradores de diversos problemas ambientais.

O intuito de reunir as necessidades a respeito do projeto proposto para estrada-parque dos Pireneus, foi de apresentar considerações relevantes a serem classificadas no desenvolvimento da estrada proposta, relevando a existência de 1,8km já pavimentados (asfaltamento integral) desde o ano de 2005 no acesso oeste, situados na zona suburbana de Pirenópolis, já nos limites da APA. Onde o mesmo, foi adotado para o segmento de quase 2km, pavimentado na área suburbana de Cocalzinho de Goiás. Com o objetivo de ligar a utilização de PDM como material construtivo para pavimentação da estrada-parque, para produzir o desenvolvimento de estudos de práticas tecnicamente viáveis para pavimentação utilizando PDM, e inserindo também estudos de concepção de uma legítima estrada-parque, contribuindo com o desempenho sustentável e cultural da cidade, equacionando a necessidade de restaurações e manutenções desordenadas, evitando o asfaltamento tradicional, impedindo a descaracterização patrimonial, contribuindo para gerenciamento do parque evitando inúmeros danos ao município.

Ao contrário do asfalto, a pavimentação composta por pedras irregulares, como expõem o Manual de Utilização de Paralelepípedos e Alvenaria Poliédrica (Mineropar,1983), mantém a drenagem natural do terreno, utiliza, em sua maior parte, recursos de mão-de-obra locais, possibilita o retorno das águas pluviais ao lençol freático, e tem como principal matéria prima, restos da exploração de rochas ornamentais, como quartzo, do Município de Pirenópolis-GO, que retém de forma abundante na Pedreira da Prefeitura e seu entorno.

Vale destacar que se pavimentada utilizando PDM, a estrada não necessitará de elevados gastos em manutenções eventuais, como seria se pavimentada com TSD ou CBUQ E implantada como rodovia tradicional. Inicialmente pelo fato de não demandar grandes maquinários e equipes de outras localidades, levando em conta, que se trata de técnicas locais, exercida fundamentalmente por parte da população pirenopolina.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A busca por soluções sustentáveis e ecologicamente corretas, fazem parte de elaborações de projetos que visam o avanço da humanidade.

Com o propósito de acompanhar de maneira apta e procedente a evolução do planeta Terra, humanos enquanto seres conscientes, carregam a responsabilidade de agir de forma pensante. Deste modo, buscou-se levantar tal objeto, afim de agrupar ideias que levam a um propósito de trazer pesquisas e estudos específicos sobre estradas e meio ambiente, buscando correlacionar aos impactos e o progresso de aproveitamento racionalizado, apontando aspectos

sociológicos e ecológicos. Expondo aplicações e utilização do quartzito-micáceo (pedras de Pirenópolis), na pavimentação da estrada-parque dos Pireneus.

Contudo, no intuito de difundir e contribuir de forma positiva, ao avanço de estudos de engenharia, buscou-se correlacionar o reaproveitamento de resíduos e racionalização de minerais naturais, na cidade de Pirenópolis-GO. Retratando a possibilidade de contribuir para elaboração de pesquisas afim de “aproximar” o conceito de estrada-parque ao âmbito da infraestrutura de transportes. Destacando a utilização de resíduos da exploração do minério quartzito (ex. areia, brita e PDM), integrando como parte fundamental na concepção de estrada-parque, destacando seu alto valor histórico, cultural, ambiental, paisagístico e socioeconômico. Tendo em vista que a pavimentação com “pé-de-moleque” possibilita a preservação de drenagem natural do terreno, conserva características naturais do meio, sua matéria prima e mão de obra são locais, não necessita de máquinas e ferramentas especiais, e o pavimento auxilia na diminuição do processo de lixiviação do solo, no qual transporta sedimentos que geralmente vão para rios, nascentes e/ou cursos d’água em geral, provocando o assoreamento destes.

A elaboração de uma estrada-parque (mesmo que ainda não definida efetivamente como UC (Unidade de Conservação), possibilita a formação e implementação de planos de manejo, desde de que seja bem elaborada. A pavimentação com PDM proporciona uma aplicação mais apta para a concepção de estrada-parque dos Pireneus, que se comparando ao asfalto convencional, conserva de maneira mais competente a idealização de uma estrada-parque. Unindo tais necessidades, este trabalhou buscou apresentar argumentos como a necessidade de uma legitimação efetiva pela política ambiental, orientada a Estrada-Parque. Na tentativa de contribuir com questões técnicas, da análise proposta pelo EIA-RIMA dos acessos ao Parque dos Pireneus, destacou-se como alternativa de se executar o revestimento da pista pelo sistema de “pé-de-moleque”, método tradicional utilizado em diversas ruas da cidade de Pirenópolis, que revela uma durabilidade centenária, mesmo submetida a ação crescente do tráfego. A estrada pavimentada com PDM, traz não só maior relevância sustentável, como contribuirá no incentivo à mineração responsável, assegurando o uso de mão-de-obra local e equacionando o problema do lixo das pedreiras da Prefeitura.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Apresentar do ponto de vista da engenharia de infra-estrutura de transportes o conceito de estradas-parque, estrada-parque em Pirenópolis-GO, suas características constitutivas, funcionais e estruturais no âmbito dos estudos da engenharia, aliando às condições históricas com as metodologias de construção.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral, foram elencados os seguintes objetivos específicos:

- Realizar discussões acerca da conceituação de estradas-parque;
- Apresentar as classificações existentes de rodovias tradicionais e breve histórico dos tipos de pavimentos, suas funções e aplicações, em especial condições históricas e culturais do pavimento com PDM;
- Produzir comparações, com efeito de destacar e aliar os benefícios da pavimentação com emprego de PDM para sustentação da proposta estrada-parque dos Pireneus.

## 1.3 METODOLOGIA

Parte do trabalho é descritiva, e parte exploratória. Com pesquisas bibliográficas e documental nos acervos técnicos sobre as estradas tradicionais que existe em manuais, instruções e métodos editados por órgãos (federais, estaduais e municipais) de gestão de infraestrutura de transporte e pesquisas científicas.

A pesquisa foi realizada com o propósito de desenvolver a hipótese da utilização de PDM, em pavimentação, na tentativa de solucionar a necessidade de conservação do meio ambiente aliado à possibilidade de se contribuir socioeconomicamente com a população moradora de Pirenópolis.

Foi levantado a proposição de viabilidade da continuidade da pavimentação da estrada dos Pireneus, aludindo a caracterização de tal à estrada-parque, para isso se fez como agente de pesquisa o Estudo de Impacto Ambiental – EIA e o seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA dos acessos ao Parque dos Pireneus, juntamente a uma avaliação técnica, das diferentes diretrizes adotadas como metodologia para concepção de uma estrada-parque,

revelando as possibilidades de utilização dos resíduos da lavra de quartzito, na cidade de Pirenópolis-GO como revestimento da pista de rolagem.

Além de entrevistas e depoimentos com profissionais inseridos no contexto de técnicas utilizadas tanto na implantação da pavimentação com pé-de-moleque, quanto em seu contexto ambiental, cultural, histórico e socioeconômico, na subvenção de aspectos relevantes as ações de implantação da estrada. E descritiva, mediante pesquisa em manuais e artigos. Coletando dados, levantados a partir de abordagem qualitativa. Buscando levantamentos em sites governamentais que atuam no âmbito de estradas e meio ambiente, em mapas e divulgações.

Realizou-se também entrevistas semi-estruturadas com profissionais do turismo local, engenheiros, moradores da região e representantes de órgãos públicos (questionário apresentado no Apêndice A).

Além do disposto de todo aparato científico, foram realizadas visitas técnicas e registro de experiências pelos autores em desenvolvimento de estradas especiais.

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura deste trabalho é composta por cinco capítulos. O conteúdo de cada capítulo, que sequênciam a Introdução e o Capítulo 1, são resumidos a seguir.

No Capítulo 2, Revisão Bibliográfica, é apresentado o referencial teórico do enredo histórico da cidade de Pirenópolis, características geotécnicas do mineral quartzito, compreensão sobre a Serra dos Pireneus, classificação de rodovias e pavimentação. Além do contexto pertinente a caracterização da pavimentação com pé-de-moleque, referenciando a rodovias tradicionais, na elaboração de projeto referente a “estradas-parque”, correlacionando-a com estrada-parque dos Pireneus.

O Capítulo 3 discorre sobre o estudo de caso dos acadêmicos onde apresenta-se, uma descrição geral e delimitação da estrada-parque dos Pireneus; a relevância cultural e patrimonial da pavimentação com “pé-de-moleque”, sua estrutura, os materiais e métodos utilizados para sua execução, dispondo de registros colhidos através de órgãos responsáveis, além de entrevistas realizadas com cidadãos nativos, que fizeram parte da construção da histórica Pirenópolis. São apresentados e discutidos os fundamentos do conceito estrada parque, correlacionando as normas ambientais, revelando a necessidade de legitimidade do uso de tal categoria, apontando a pavimentação com uso de “pé-de-moleque”, como alternativa ideal para implantação da estrada-parque dos Pireneus, destacando seu alto valor cultural, patrimonial e

histórico e envolvendo a política ambiental, nas prioridades para o desenvolvimento local, aliado ao desenvolvimento sustentável e econômico neste município.

O Capítulo 4, traz as Considerações Finais. Ele apresenta as conclusões referentes às análises e pesquisas realizadas durante a produção do trabalho que agora se apresenta. Nesse capítulo apresentam-se ainda sugestões para trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CONTEXTO HISTÓRICO:

A colonização oficial do Brasil teve início de fato nos anos de 1.531. Com o patrocínio da coroa portuguesa e desenvolvia-se uma política econômica mercantilista. Boxer (1969), Prado Jr. (1986), Fausto (1995); Priore; Venâncio (2010), historiadores brasilianistas, contam que a causa para a descoberta do Brasil foi a expansão marítima. E essa descoberta, então chamada de “O Novo Mundo” despertou os mais diversos interesses, entre os quais alcançar o Oriente, porém, como não havia precisão nas informações, acabou-se descobrindo a América e o Brasil, diante dos relatos e mapas nem sempre precisos (REZENDE, 2017).

Para avançar por territórios desconhecidos, em busca por terras auríferas, caminhos eram construídos. Assim, surgiram Linha/tratado de Tordesilhas, Picadas de Goiás, e a história do Fogo nas águas.

Outros caminhos se encontravam com a Picada de Goiás, de acordo com Bertran (2000):

[...]a estrada do Rio de Janeiro para São Luís e Belém do Pará atravessava Minas Gerais por Juiz de Fora, São João d'El Rey, Formiga, Bambuí, Patrocínio, Coromandel, Paracatu e Unaí, dando entrada na capitania de Goiás pelo registro de Arrendidos, dirigindo-se a Luziânia. [...] Em Luziânia a Estrada Real do Rio de Janeiro podia despejar diretamente para Oeste, para Pirenópolis, onde encontrava outra estrada importante pelo pioneirismo: a que ligava São Paulo às minas de Goiás. (p.141).

O início da Aventura Estradeira marcou o século XVII, onde o além de ir das áreas litorâneas, divididas em capitanias hereditárias, onde entrava em declínio a atividade açucareira. Portugal, desde a descoberta do Brasil, almejava-se ultrapassar os limites da Linha Tordesilhas (1494), que dividia o espaço conquistado nas Américas entre os dois países ibéricos, Espanha e Portugal. Como grandes navegadores dos mares, conhecidos por abrir rotas, buscando novas áreas a serem conquistadas e expansão comercial, os portugueses não falharam, e foi uma questão de tempo e empenho o aumento das fronteiras do Brasil através do Tratado de Madrid (1750) (GOES FILHO, 2015).

Embora as entradas e bandeiras fossem custeadas em sua maioria com recursos dos próprios bandeirantes, sempre estiveram conectadas ao ideal político da Coroa Portuguesa e sujeitas à influência religiosa. Espanha e Portugal disputavam ferrenhamente a obtenção dos domínios marítimos. A Igreja revogou os tratados a favor de Portugal, porque a Espanha apoiou a eleição do Papa Alexandre VI, e isso fez com que o estado fosse reconhecido como grande

navegador e conhecedor da prática. Estabeleceu rotas comerciais com a Índia e Ásia porque gastou somas consideráveis para tal.

Como ponto favorável no desenvolvimento de Meia Ponte, sua localização. Implantada no cruzamento de caminhos vitais para a Capitania, e posteriormente Província, alcançou lugar de destaque e sobreviveu mesmo quando outras regiões se enfraqueceram em decorrência das mudanças econômicas. Palacín (1994, p. 138) recorda que esse fator foi decisivo para a prosperidade do lugar, e reforça que: no Sul algumas cidades, seja pelo funcionalismo, como a capital, ou por gozar de uma posição privilegiada no entroncamento das vias de comunicação, como Meia Ponte, e em todo caso pela maior densidade populacional e a maior proximidade de zonas mais desenvolvidas como Minas, São Paulo e Rio de Janeiro, a vida urbana conservou-se como em redomas e até certos requintes.

Durante o século XVIII, o antigo Arraial de Nossa Senhora do Rosário de Meia Ponte (atual Pirenópolis), foi ocupada oficialmente, fazendo parte dos primeiros núcleos urbanos solidificados decorrente do processo mineratório em Goiás, como outras regiões do Brasil, como Minas Gerais (1693) e Mato Grosso (1719). A atividade minerária no Brasil, alcançava com vigor o interior do Brasil, nesse período, a região das minas de Goiás, seguindo a trajetória do que já havia acontecido em outras regiões do Brasil, com o surgimento da formação de vários arraiais, surgindo em decorrência da exploração do ouro. É dessa época a estruturação no Estado de aglomerados como Vila Boa de Goiás (1727), Meia Ponte (1727), Pilar de Goiás (1736), Santa Luzia (1746) dentre outros (D'ABADIA, VALVA E CURADO, 2021).

D'Abadia, Valva e Curado (2021) nos permitiram entender o espaço urbano de Pirenópolis, em três momentos específicos: a mineração, a agropecuária e o turismo. Dado seu primeiro momento, durante o período da agropecuária, já havia uma notável escassez minerária, associadamente ao começo da extinção de trabalhos escravocratas.

Durante o ano de 1890 o arraial de Meia Ponte, já elevado à Vila em 1832, e concebida cidade em 1853, denominou-se Pirenópolis, neste momento dava-se o ápice da mineração, o esgotamento do ouro e a migração para atividade agropecuária. Completando os espaços vazios da Vila, a desenvolvida por exemplo, fazenda Babilônia, antigo Engenho São Joaquim, localizada na zona rural e distante a 24 Km da cidade, e considerado um dos maiores engenhos de açúcar do Brasil, produzindo no século XIX diversos produtos em escala industrial (OLIVEIRA, 2001).

O “entroncamento” de caminhos acabou colaborando para a manutenção e a preservação dos aspectos arquitetônicos e urbanísticos de Pirenópolis, que posteriormente foram reconhecidos como patrimônio nacional, o que também incentivou o turismo local.

### 2.1.1 Pirenópolis: Formação Histórica e Geográfica

Em 1692, Bartolomeu Bueno da Silva, liderando uma Bandeira proveniente da Capitania de São Vicente, e acompanhado de seu filho de apenas 12 anos de idade, esteve pela primeira vez em terras que futuramente se tornariam território goiano (COELHO, 2001).

Em 1719, o ouro de Cuiabá foi descoberto. E por consequência, o ouro goiano não ficou oculto por muito tempo, pois estava entre Minas, São Paulo e Mato Grosso. Isso porque o caminho nos rios não era muito fácil, daí tentaram um caminho por terra, o que viabilizou a descoberta das minas de Goiás (REVISTA PROJETO, Nº 104).

Logo depois, Manoel Rodrigues Tomar descobriu as Minas de Meia Ponte, nos contrafortes dos Pireneus (no sítio da cidade de Pirenópolis atualmente). Por isso, dividiram-se os portugueses e paulistas que compunham tal bandeira. Os portugueses ficaram em Meia Ponte, e os paulistas ficam em Santa Anna (JAYME, 1971).

O ano de fundação de Meia Ponte gera dúvidas. Alguns autores afirmam ter sido no ano de 1727, outros no ano de 1731. Porém, os livros que registravam os batismos da Igreja de Nossa Senhora do Rosário têm os batismos realizados naquela igreja em 1.732.(JAYME, 1971).

Fato é que Pirenópolis foi fundada, em 1727 ou em 1731, por portugueses, que vieram para o garimpo de ouro, com o nome de Minas de Nossa Senhora do Rosário de Meia Ponte e, mais tarde, Cidade de Meia Ponte (CARVALHO, 2001).

A cidade de Pirenópolis, está localizada no leste do Estado de Goiás, a 15°51' de latitude sul e 48°57' a oeste de Greenwich, distante aproximadamente 117 Km da capital Goiânia, 58 km da cidade de Anápolis, e 150 Km da capital federal, Brasília; ocupando uma área de 2.189,4 Km<sup>2</sup>, conforme Figura 1.

Pirenópolis é um núcleo histórico testemunhal do período de penetração econômica na região Centro Oeste. Contemplada por vasta riqueza natural, cultural e patrimonial (material e imaterial), o IPHAN, no ano de 1965, regulamentou o tombamento dos 17 ha. do centro histórico de Pirenópolis (ALMEIDA, 2006).

Observam-se na figura 2, figura 3, figura 4 e figura 5 a riqueza patrimonial histórica e natural do município em estudo. Trazendo de forma sequencial, pontos relevantes a serem consideradas na continuidade da estrada parque.



no período da festividade. A Romaria da Santíssima Trindade dos Pireneus, fizeram alusão dos três picos as três pessoas da Trindade Santa (Pai, Filho e Espírito Santo) (DA SILVA, 2020). Esta festa possui grande relevância ritualística e complementa a cultura e a história do povo pirenopolino.

Na figura 2, apresenta-se um espetacular pôr do sol, acontecendo durante a festa do morro, no ponto alto de sua celebração. E logo em seguida na figura 3 a imagem da capelinha no pico dos Pireneus.

**Figura 2 - Pôr do sol durante a festa do Morro, segundo pico**



**Fonte: TRAVEL CLASS, 2018.**

**Figura 3 - Capela atual, construída no alto dos Pireneus**



**Fonte: LOCAL GUIDES CONNECT, 2019.**

Entre a riqueza do patrimônio natural de Pirenópolis, as cachoeiras de interessantes elementos geológicos, se completa com mirantes de rara beleza cênica. A Figura 4 mostra uma das belezas da região, a Cachoeira do Abade, com outras duas, na mesma reserva. Localizada na região dos Pireneus a Cachoeira do Abade é patrimônio natural, tanto pela beleza, quanto pela história. No século XVII abrigou a maior lavra de ouro da época, que era gerida por Alfred Lambert D’Arena, que ficou conhecido como Arena, um coronel arrogante que explorava a região e seguiu um lucro considerável. Mas graças a revolta da população, que se virou contra

o minério e acabou por destruir todo maquinário e garimpo. Após a destruição do garimpo, a área foi vendida, e o atual proprietário visa a preservação da natureza e de toda história.

**Figura 4 - Cachoeira do Abade**



**Fonte: CACHOEIRAS DO ABADE, 2021.**

Um mirante conhecido como Mirante do Ventilador (Figura 5), tem a mesma altitude do lago Paranoá em Brasília-DF, a 1000 metros do nível do mar. E fica localizado a 8km dos picos dos Pireneus.

**Figura 5 - Mirante do Ventilador**



**Fonte: AUTORAL, 2021.**

Outra cachoeira de grande potencial turístico é a Cachoeira Santa Maria conforme Figura 6, situada também na região dos Pireneus, na Reserva Vargem Grande, além da Santa Maria, a reserva conta com outras 2 cachoeiras, Cachoeira do Lázaro e Cachoeira Vêu de Noiva.

**Figura 6 – Cachoeira Santa Maria**



**Fonte: CACHOEIRA SANTA MARIA, 2018.**

O município está sob terrenos de uma estrutura morfológica de relevos acidentados – entre planos sinuosos e vales, com altitudes em torno de 740m. Um dos exemplos dessa paisagem é o morro do Frota, o qual serve de delimitação do perímetro urbano a nordeste da sede (IBGE, 2010).

A hidrografia da região é formada por diversos cursos d'água, um dos principais destes cursos é o Rio das Almas, o córrego Lava Pés e o córrego da Prata. Eles, além de cortarem Pirenópolis, foram considerados como limites naturais do perímetro urbano (CURADO, 1980).

A região possui diversos ecossistemas, os quais também fazem parte da cobertura vegetal de Goiás, onde predomina o cerrado e suas mais diversas aparências, os campos rupestres, as matas de galeria, e outros (SIQUEIRA, 2004).

Em todo o conjunto de serras na região de Pirenópolis está impressa uma interessante história geológica. A maioria dos sítios possui um elevado valor geocientífico devido à raridade de formas estruturais ali existentes (J THOMÉ FILHO, 2012).

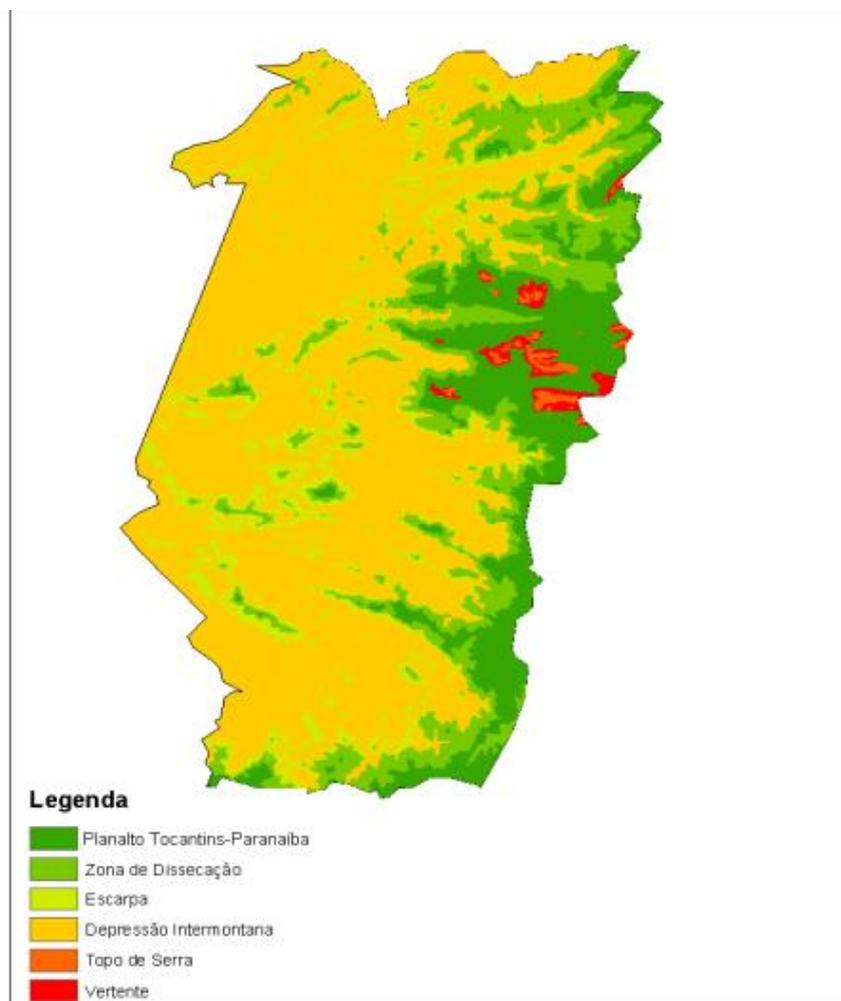
Na página 142, do volume 1 da Proposta Geoparque dos Pireneus, se tratando das medidas de proteção, frisa a carência de um plano de lavra racional nas pedreiras da região de Pirenópolis, e diz que devem ser intensificados os estudos para o aproveitamento dos rejeitos.

### 2.1.2 Configuração mineralógica: estrutura e formação

Desde o período pré-histórico a pedra natural, enquanto material imediato e acessível, utilizada em objetos e construção tem acompanhado o homem de forma sucessiva (AMM de Araújo, 2017). À exploração de quartzito na cidade de Pirenópolis-GO vem desde o início da fundação da cidade, sendo matéria prima fundamental para construções das habitações e estruturas urbanas (LIMA, 2010).

A Figura 07 evidencia as unidades Geomorfológicas identificadas em Pirenópolis.

**Figura 7 - Unidades Geomorfológicas identificadas em Pirenópolis – GO**



**Fonte: SILVEIRA, 2009.**

A construção de Goiânia-GO (1930-1934) propiciou um ligeiro aquecimento na economia local com a exploração do quartzito-micáceo (pedra de Pirenópolis). Mais tarde no ano de 1960 se iniciou a construção de Brasília-DF (situada a aproximadamente 150 km de Pirenópolis-GO), com isso Pirenópolis-GO foi um dos principais provedores de insumo para

tal construção, devido a sua abundância de matérias primas mineiras locais. Desde então iniciou-se uma exploração mais intensiva do quartzito-micáceo na região (JAYME, 1971). Nesta mesma década, aconteceu o calçamento urbano (pé-de-moleque) com as sobras da pedreira. Porém, com o passar dos anos os trabalhos na pedreira diminuíram significativamente (JAYME, 1971).

Os bens minerais de uso imediato na produção de materiais de construção civil em geral, compreendem as jazidas enquadradas na Classe II do Código de Minas dentre elas se encontram-se os quartzitos, mineral abundante na cidade de Pirenópolis-GO - Mineração (Art.59 do Decreto Lei 277 de 28.02.67).

### **2.1.3 O Mineral Quartzito**

O quartzito é o segundo mineral mais abundante da terra (aproximadamente 12 % vol.), perdendo apenas para o grupo de feldspatos. Possui estrutura cristalina trigonal composta por tetraedros de sílica (dióxido de silício,  $\text{SiO}_2$ ), onde cada oxigênio fica dividido entre dois tetraedros (LABTEC ROCHAS - UFMG, 2020). Sua categoria é composta por cristal de silício, possui cor transparente, mas, com ampla variedade de cores. Sua fórmula química é formada por sílica (dióxido de silício,  $\text{SiO}_2$ ). Possui ponto de fusão de 1980 K (~1710 °C).

Os quartzitos com alto conteúdo em minerais micáceos (Quartzito São Tomé) podem apresentar foliação até muito bem desenvolvida em função da disposição preferencial destes filossilicatos, o que não permite a extração de blocos. Nesses casos, são produzidas chapas, pois essas rochas partem-se com certa facilidade, segundo os planos definidos pela concentração dos minerais micáceos. Se a presença dessas estruturas planares facilita a obtenção das chapas, a falta de regularidade dos níveis, aliada aos métodos não adequados de extração, determinam grandes perdas e baixas taxas de aproveitamento para os mesmos (DNPM, 2001).

No mercado encontram-se ainda tipos quartzitos pouco recristalizados, que a partir da análise petrográfica, podem ser caracterizados como sendo meta-arenitos (Quartzito Rosa Aurora) e ainda aqueles com altos conteúdos em feldspatos, que correspondem a meta-arcósios (Quartzito Pink). Para os quartzitos, as cores variam entre os tons de branco, rosa (Rosinha do Serro), marrom, azul (Azul Macaúbas) e amarelo (Amarillo São Tomé). Quanto à coloração, os quartzitos puros tendem a ser brancos (São Tomé Bianco). Em presença de minerais opacos alterados, podem apresentar diversos tons de amarelo e rosa (Quartzito Rosinha do Serro). Por conta da presença de determinados minerais, como a dumortierita ou a cianita, os quartzitos

podem ser azulados (Quartzito Azul Imperial) até cinza azulados (Quartzito Azul) (COSTA, ET AL, 2006).

Quanto à dureza do Quartzo, ele é classificado em como o sétimo termo da escala de Mohs (dureza 7), com fratura concoidal e brilho vítreo (NAVARRO, 2018).

A dureza é uma propriedade mecânica da matéria sólida que determina sua resistência ao risco. No campo da Mineralogia, para quantificar a dureza de um mineral, utiliza-se a Escala de Mohs. Essa escala foi desenvolvida pelo mineralogista alemão Friedrich Mohs no ano de 1812 e é formada por 10 minerais organizados em ordem crescente de dureza (MOREIRA, 2009).

A seguir, observa-se no Quadro 01, onde se evidencia as afirmações sobre a dureza dos materiais.

**Quadro 1 - Dureza dos Minerais**

<b>Dureza</b>	<b>Material</b>
1	Talco
2	Gipsita
3	Calcita
4	Fluorita
5	Apatita
6	Ortoclásio
7	Quartzo
8	Topázio
9	Coríndon
10	Diamante

Fonte: ARAÚJO, 2007.

#### **2.1.4 Resistência Geomecânica do Quartzo**

Considerando a petrografia dos quartzos, sabe-se que com alto grau de recristalização e granulação predominantemente fina, quando constituídos essencialmente por quartzo, mostram textura granoblástica e podem apresentar propriedades tecnológicas (resistências) que são típicas dos granitos verdadeiros (sensu strictu). Nesses casos, a extração será a partir de blocos, sendo possível a obtenção de chapas regulares, em teares apropriados, com posterior processo de beneficiamento envolvendo o polimento, por exemplo (LEINZ, 1986).

Navarro (2018) explica que:

Os quartzos com alto conteúdo em minerais micáceos, como os mineiros Quartzito São Tomé e Quartzito Lages, podem apresentar foliação até muito bem desenvolvida em função da disposição preferencial destes filossilicatos, não permitindo a extração de blocos e o corte regular de chapas. Quartzitos puros mostram coloração esbranquiçada, como o mineiro São Tomé Bianco, mas em função da presença de

determinados minerais, como a dumortierita ou a cianita, ou ainda de minerais opacos alterados, observa-se uma variação na coloração destas rochas entre tons de azul e cinza azulado, como os baianos Quartzito Azul Imperial e Quartzito Azul, e entre o rosa e o amarelado para os mineiros: Quartzito Rosinha do Serro e Amarelado São Tomé, respectivamente (NAVARRO, 2018).

No mercado, encontram-se ainda rochas ricas em quartzo, mas pouco recristalizadas que, e que segundo o mesmo autor, a partir da análise petrográfica, são melhor caracterizados como sendo meta-arenitos, como no caso do Quartzito Rosa Aurora, e ainda aquelas com altos conteúdos em feldspatos, que correspondem a meta-arcósios, como é o caso do Quartzito Pink.

### **2.1.5 Extração do Quartzito**

A exploração mineral no Brasil vem se intensificando nos últimos anos e um dos setores que solicitam esse aumento de produção é a construção civil, dentre as quais se podem citar o uso de rochas em caráter ornamental. O quartzo é um exemplo bem claro dessas rochas (SKOOG, 2002).

O quartzito é amplamente utilizado na construção civil como revestimento. Em Pirenópolis, ele é extraído pelo método de lavra em mina a céu aberto de forma rudimentar por mão de obra familiar. Ao longo de pouco mais de um século, houve a geração de um grande passivo ambiental devido à falta de aprimoramento técnico, organização e racionalização da atividade (FALEIRO; LOPES, 2010).

A mais antiga e maior pedreira do município é a da prefeitura municipal. Localiza-se a cerca de 4 km da área urbana de Pirenópolis (FALEIRO; LOPES, 2010). À maior parte da produção de quartzito da cidade é proveniente dessa pedreira (BARROS et al., 2002), que começou a ser explorada no período colonial com a implantação do povoado que serviu de apoio aos bandeirantes. Sua produção foi alavancada com a construção de Goiânia (1933) e Brasília (1960), conquistando, a partir de então, o mercado nacional, e, mais recentemente, mesmo que de forma incipiente, o mercado internacional (MDIC, 2006; CAMPOS; SILVA, 2003).

### **2.1.6 Utilização do Quartzito**

O quartzo é um material que pode ser utilizado em construção civil não apenas como rocha ornamental, mas também como rocha estrutural, podendo ser empregado como

embasamentos, aterros e até mesmo como agregado para o concreto, ou para pavimentação intertravado, como os acadêmicos pretendem comprovar (AGIM, 2002).

O quartzo é uma rocha com várias qualidades estéticas, provindas de suas propriedades físico-químicas, cuja principal característica é a clivagem. No quartzito verifica-se planos preferenciais paralelos de quebra que permitem a obtenção de superfícies relativamente lisas e uniformes, se comparadas a outros materiais que necessitam de acabamentos como polimento, pois não se faz necessária essa técnica. Para obter objetos planos faz-se uso apenas de cunhas que direcionam forças perpendiculares em lugares salientes, retirando assim as imperfeições existentes. A clivagem abre um leque de aplicações ornamentais para o quartzito porque é de extrema importância para a modelagem das peças a associação de coesão e boa trabalhabilidade, e como rocha metamórfica o quartzito tem essa coesão. (FRAZÃO, 1998).

Pode-se citar como exemplos a confecção de mesas e balcões, uso como piso de alta dureza e tenacidade, decoração de pilares e colunas, soleiras e tampos. O quartzito também pode ser utilizado em escadas, fachadas, praças, jardins, enfim em qualquer aplicação em que seja necessário um revestimento resistente. Além de todas essas aplicações feitas com o material trabalhado, ainda pode-se citar o emprego da rocha bruta e irregular como revestimento para pavimento.

### **2.1.7 Quantidade bruta de quartzito produzida no Brasil**

O quartzito está entre as rochas ornamentais mais exportadas do Brasil, juntamente com os granitos. Em relação ao volume exportado, tem havido um avanço das vendas de quartzitos foliados, quando a indústria produziu 0,4 milhões de toneladas, sendo responsável por 4% de toda a produção de rochas ornamentais no país (ABIRROCHAS, 2018).

Dados do DNPM evidenciam maior intensidade da exploração mineral no Brasil. Um dos os setores que impulsionam esse aumento é a construção civil, que faz uso de rochas para ornamentação, e o quartzito é uma das rochas mais exploradas (DNPM, 2020).

A extração mineral do quartzito é a principal atividade produtiva de Pirenópolis (GO). A Pedreira da Prefeitura é a maior e mais antiga do local e começou a ser explorada no período colonial. No entanto, a exploração de forma individualizada e rudimentar gerou diversos problemas socioeconômicos e ambientais na região (FALEIRO, 2020).

A extração mineral do quartzito responde por cerca de 30 a 50% do total do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) arrecadado no município. Além disso, gera uma quantidade significativa de empregos diretos e indiretos, sendo a principal atividade produtiva de Pirenópolis (BARROS et al., 2002). O município, juntamente com os vizinhos

Corumbá e Cocalzinho, é responsável pela maior parte da produção mineral de quartzito ornamental do estado de Goiás (FALEIRO; LOPES, 2010).

A maior parte da produção de quartzito da cidade é proveniente dessa pedreira (BARROS et al., 2002), que começou a ser explorada no período colonial com a implantação do povoado que serviu de apoio aos bandeirantes. Sua produção foi alavancada com a construção de Goiânia (1933) e Brasília (1960), conquistando, a partir de então, o mercado nacional, e, mais recentemente, mesmo que de forma incipiente, o mercado internacional (MDIC, 2006; CAMPOS; SILVA, 2003).

### **2.1.8 A Pedreira**

A muitos anos a exploração de quartzito realizada nos estados de Goiás e Minas Gerais, principais polos produtores de quartzito no Brasil, os tornam grandes geradores de resíduos. Até o momento atualmente, em determinadas regiões, não há uma prática de disposição e aproveitamento adequados deste resíduo (ALECRIM, 2009).

O município de Pirenópolis-GO, juntamente com os municípios vizinhos (Corumbá e Cocalzinho), responde pela maior parte da produção mineral de quartzito ornamental do estado de Goiás (FALEIRO, 2010).

A “Pedreira da Prefeitura”, localiza-se, a cerca de 4 km da área urbana de Pirenópolis, nos domínios do Grupo Canastra e na micro bacia do Rio das Almas. O acesso é feito pela estrada que leva ao Pico dos Pireneus, na saída oeste da cidade. Inicialmente, a área da nomeada Pedreira da Prefeitura, era única, com o tempo foi submetida a uma divisão que toma a denominação local de “pias”, essas pias, foram sendo concedidas para exploração de mão de obra familiar. Porém, com o tempo, notou-se o repasse de áreas “herdadas” para terceiros, normalmente para produtores (FALEIRO *et al.*, 2010).

A pedreira foi uma das principais fontes de renda do município, e movimentou grande parte da economia local, respondendo por centenas de empregos diretos e indiretos. O município de Pirenópolis-GO responde pela maior parte da produção mineral de quartzito ornamental no estado de Goiás. À extração do quartzito é feita de forma rudimentar e desordenada até os dias atuais (FALEIRO *et al.*, 2010).

Em 1999 GEOS e Funatura lançaram o Projeto Cantaria, propondo à instalação de uma pedreira modelo para aproveitamento racional de quartzitos ornamentais. Logo, em 2004 o SENAI de Goiás realizou articulações para desenvolver o “Arranjo Produtivo Local do Setor

de Quartzito de Pirenópolis”, as tentativas realizadas em 1999 e 2004 não obtiveram nenhum resultado concreto (MINEROPAR,1983).

A exploração de quartzo na cidade de Pirenópolis-GO é uma atividade econômica socialmente importante, pois a maior parte de operários envolvidos no trabalho, são nativos e em ampla utilização, não necessita de utilização da mão-de-obra especializada ou equipamentos sofisticados (MINEROPAR,1983).

A iniciativa de se propor a aplicação das pedras irregulares (pavimentação tipo pé-de-moleque) na estrada do Parque Estadual Morro dos Pireneus há de gerar mais empregos, abrindo espaço para micro-empresas no setor de mineração, que mesmo com baixo investimento inicial, produza efeitos multiplicadores na própria região de exploração do bem mineral (ABIRROCHAS, 2018).

A exploração de quartzito no município provoca debates polêmicos, principalmente em relação às questões ambientais e socioeconômicas. Os profissionais da área ambiental afirmam que essa exploração é predatória, em virtude do seu baixo aproveitamento, estimulando entre 8 e 10% (ALECRIM, 2009). A figura 8, mostra um exemplo do volume que este passivo ambiental pode atingir.

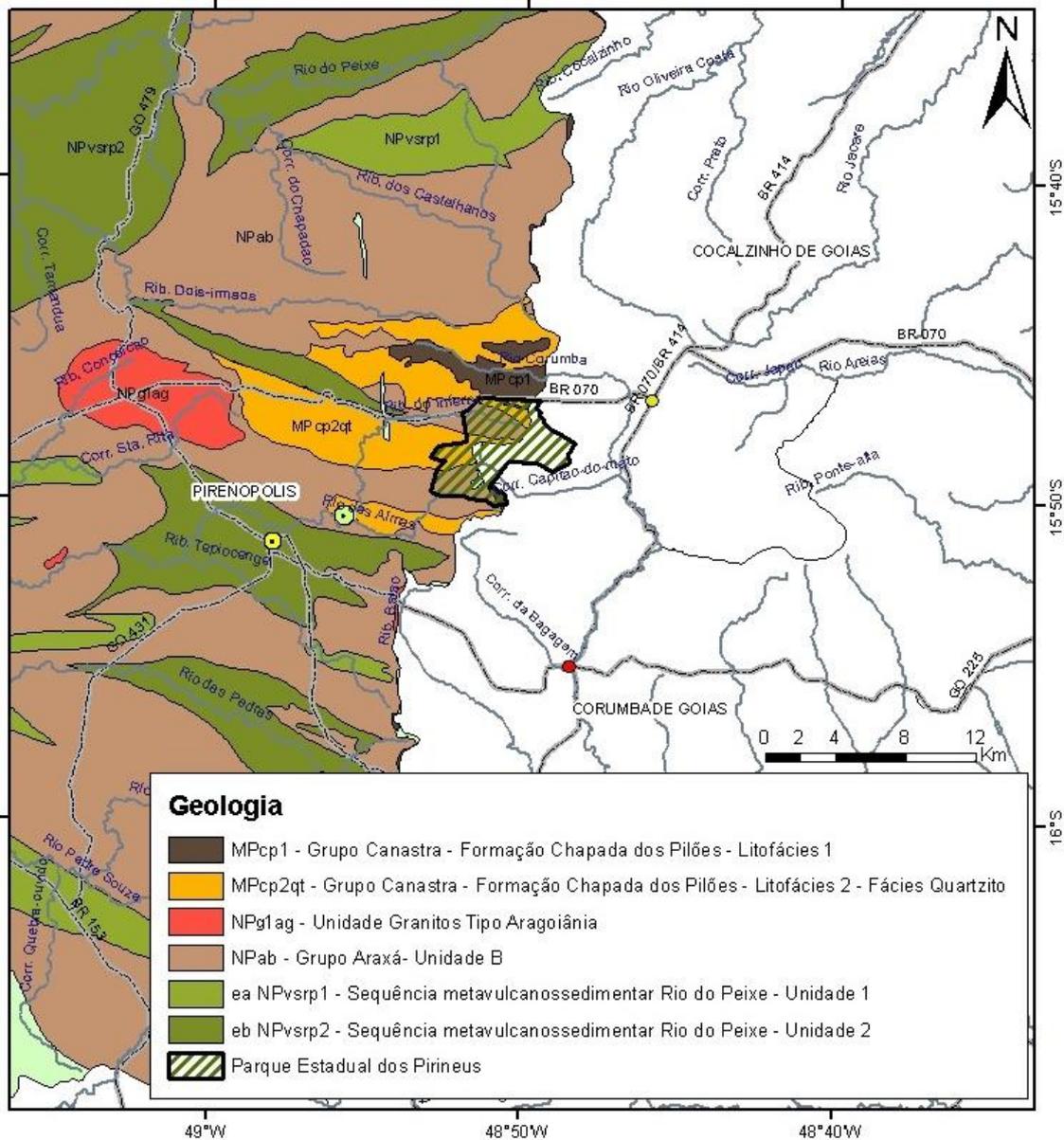
**Figura 8 – Localização da Pedreira da Prefeitura de Pirenópolis**



**Fonte: AUTORAL, 2021.**

Na figura 9 apresentamos a localização e o contexto geológico da Pedreira da prefeitura.

Figura 9 – Localização e Contexto Geológico – Pedreira da Prefeitura



Fonte: SIG-Goiás - Superintendência de Geologia e Mineração - SIC

**Base de dados:**

IBGE – censo 2007, limites a partir de bases cartográficas 1:100.000  
 Malha Viária atualizada a partir de imagens LandSat 7 de 2002/2003  
 SGM/SIC - AGETOP/SEINFRA  
 MOREIRA, Maria Luiza Osório et al. **Geologia do Estado de Goiás e do Distrito Federal**. Escala 1:500.000. CPRM/SIC - FUNMINERAL 2008.

Projeção Transversa de Mercator - SAD 69 Zona 22S

Elaboração: Flávio Fernandes Faleiro (2009).

**Legenda:**

- Pedreira da Prefeitura
- Pirenópolis
- Cocalzinho de Goiás
- Corumbá de Goiás
- Drenagens
- Rodovias

Fonte: FALEIRO, 2010.

## 2.2 PARQUE ESTADUAL MORRO DOS PIRENEUS

Criado pela Lei nº 10.321, de 20 de novembro de 1987, alterada pela Lei nº 13.121, de 16 de junho de 1997 o Parque Estadual dos Pireneus nasceu para preservar a fauna, a flora e os mananciais ali existentes, protegendo sítios naturais de excepcional beleza e assegurando condições de bem-estar público (art. 2º da Lei 10.321/87).

Dividindo os municípios de Pirenópolis, Cocalzinho e Corumbá de Goiás, está o Parque Estadual dos Pireneus tem como seu marco culminante a Serra dos Pireneus (seu pico tem 1385 metros de altitude, ponto mais alto do Estado), a qual é também divisora das bacias dos rios Paraná e Tocantins (PORTAL DO TURISMO DE PIRENÓPOLIS, 2020).

Com 1.385 metros de altitude, é o ponto mais alto da região. Em seu cume assenta-se uma pequena capela dedicada a Santíssima Trindade. Estas formações de cuevas delimitam o bordo do Planalto Central Brasileiro e são divisores das águas de duas das mais importantes bacias hidrográficas do continente, a Platina e a Tocantinense (OLIVEIRA,2018).

O Morro dos Pireneus é um importante marco geográfico para a região. Ele foi um objeto do interesse principal da Comissão Cruz, composta por cientistas que em 1892 estiveram na região para realizarem a demarcação do quadrilátero do Distrito Federal. Na época, os cientistas apresentaram dúvidas acerca da altitude deste pico. O Padre des Genettes chegou a afirmar que a altitude de tal, era de aproximadamente 3.000 metros (RESENDE, 2019).

As APAs são áreas submetidas ao planejamento e à gestão ambiental e destinam-se a compatibilização de atividades humanas com a preservação da vida silvestre, a proteção dos recursos naturais e a melhoria da qualidade de vida da população local, como descreve o EIA RIMA do acesso ao parque dos Pireneus. Acordando que a criação de uma APA, de forma alguma, impede o exercício de atividades econômicas. A exigência que se faz é que as atividades sejam compatíveis com o Plano de Manejo e que sejam executadas de maneira sustentável.

A criação da APA dos Pireneus surgiu então como uma alternativa de desenvolvimento para a citada região do Estado de Goiás, pois concilia desenvolvimento aliado à preservação.

O Parque dos Pireneus foi criado com a justificativa da legislação de proteção ambiental, e assim criou-se a Área de Proteção Ambiental dos Pireneus (APA Pireneus), como pode ser vista na figura 10.

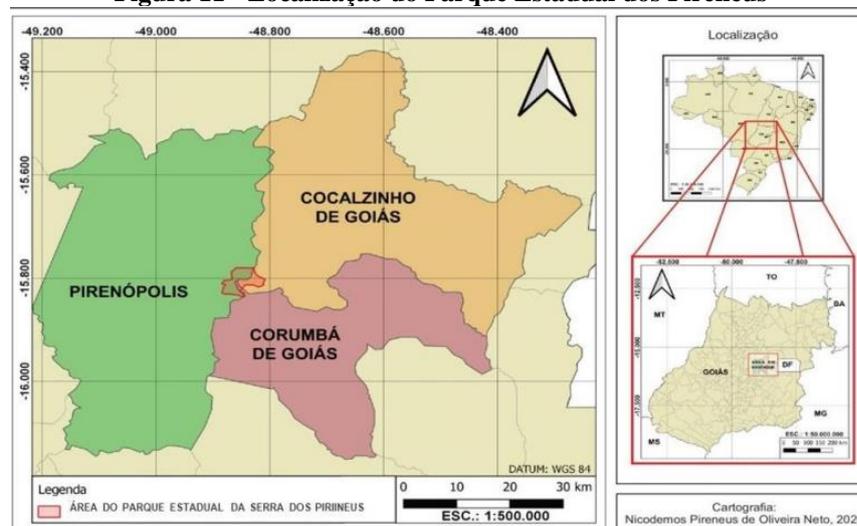
**Figura 10 - Limites da APA dos Pireneus**



Fonte: BRASIL, 2021.

A figura 11 representa um mapa como referência, nele pode ser visto que a Serra dos Pireneus está localizada entre os municípios de Pirenópolis, Cocalzinho de Goiás e Corumbá de Goiás.

**Figura 11 - Localização do Parque Estadual dos Pireneus**



Fonte: OLIVEIRA NETO, 2020.

A Serra dos Pireneus está localizada a 20 km da cidade de Pirenópolis, constituindo-se um ponto de grande importância turística para o município.

A Constituição Federal, impõem o dever de defender e preservar o meio ambiente para os presentes e futuras gerações, ao poder público e à coletividade. Para a proteção da ambiência se efetivar, cabe ao Estado a competência de preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo conservacionista das espécies e ecossistemas (art 225, § 1º, I, CF/88).

Importante ressaltar o artigo 9º da Lei nº 6.902/81, que discorre sobre as atividades limitadas ou proibidas, nela inclui: realização de obras de terraplanagem e a abertura de canais quando essas iniciativas importarem em sensível alteração das condições ecológicas locais; o exercício de atividades capazes de provocar uma acelerada erosão das terras e/ou um acentuado assoreamento das coleções hídricas; o exercício de atividades que ameacem extinguir na área protegida as espécies raras da biota regional.

O Dec. 5.174/2000, estabeleceu ainda na APA dos Pireneus, zonas de vida silvestre em consonância com a Resolução do CONAMA 010/88. Estas zonas de vida silvestre compreenderão as reservas ecológicas locais, que por sua vez são mencionadas no art. 18 da Lei 6.938/81 e nas Resoluções CONAMA 04/85 e 010/88.

### 2.2.1 Compreensão Geológica e Hidrológica

A proposta do Projeto Geoparque Pireneus (GO) (2010), visa delimitar áreas de grande influência geológica, sua concepção e sua restrição inicial é feita através de um polígono, que envolve os geossítios, cujos vértices estão na Figura 12. O Geoparque está localizada no centro do Estado de Goiás, na Microrregião do Entorno do Distrito Federal.

Na figura 12 apresenta-se a localização do Geoparque Pireneus e vértices do polígono delimitador da área do Geoparque.

**Figura 12 – Localização o Geoparque Pireneus**



**Fonte: PROPOSTA GEOPARQUE, 2012.**

A área do Geoparque é um divisor de água continental entre as bacias hidrográficas do Paraná/Prata e a do Tocantins, tendo como ponto mais alto o pico dos Pireneus. Interessante

notar que o rio Corumbá, da bacia do Prata, nasce na vertente Norte do pico dos Pireneus, contorna o pico pelo Leste e inflete para o Sul. O rio das Almas nasce na vertente Sudoeste e contorna pelo Oeste até Pirenópolis, quando inflete para o Norte. Os principais cursos d'água da área são os ribeirões dos Castelhanos, das Araras, Dois Irmãos, São João e do Inferno, afluentes do rio das Almas; e o ribeirão Rasgão, afluente do rio Corumbá (THOMÉ FILHO; MORAES; PAULA, 2010).

O ponto inicial da compreensão da formação geológica da Serra dos Pireneus, se inicia com o choque entre continentes numa bacia oceânica, uma transformação de mais de um bilhão de anos, assim ocorreu a metamorfização das rochas. Certamente, no período Cretáceo, tenha ocorrido um processo erosivo intensificado, no qual, teve origem o relevo mais próximo do que o existente hoje (DA SILVA, 2020).

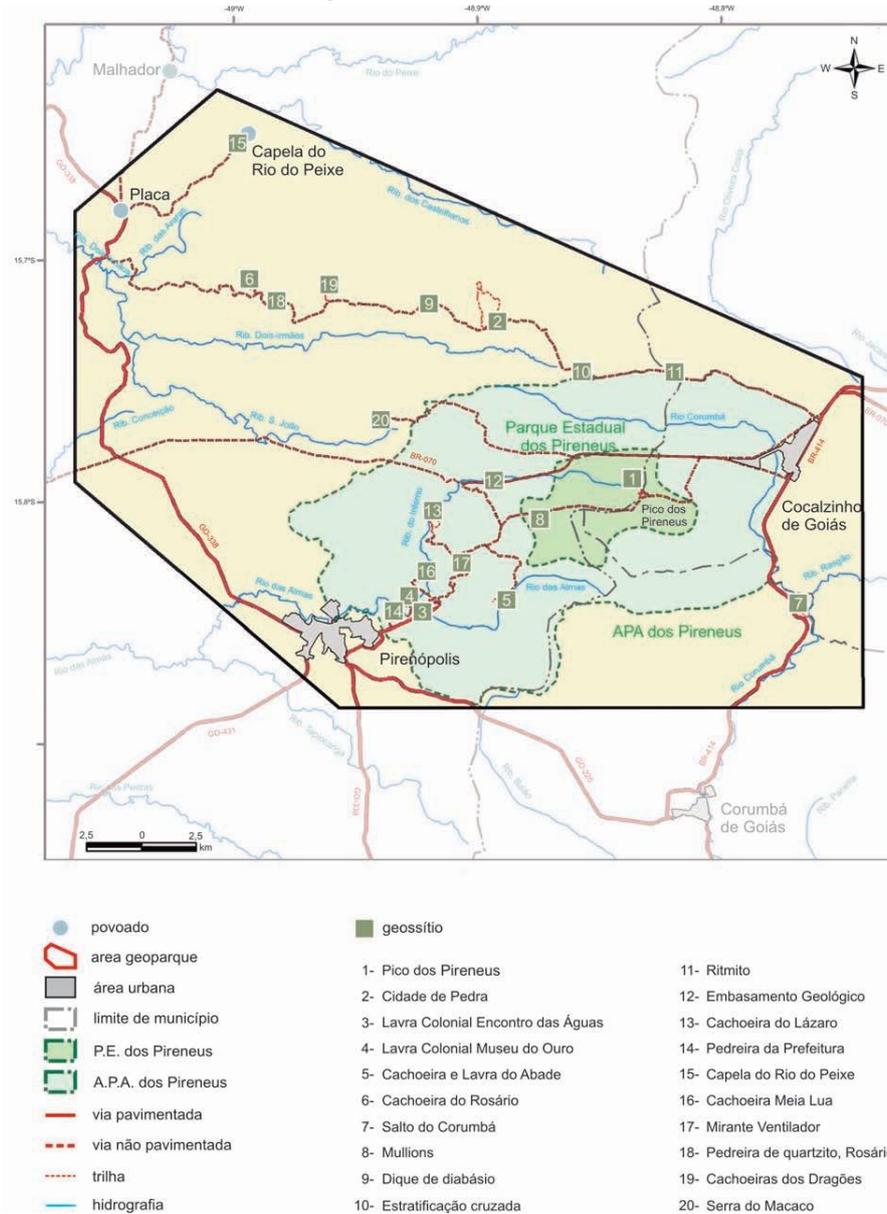
Em sua valorosa dissertação de mestrado, Sirlene Alves da Silva (2020) diz que: “a condição geológica e hidrológica da Serra dos Pireneus se justifica pela definição das estações de chuva e de seca, uma vez que o tipo de solo do Cerrado formado por rochas sedimentares tem propriedade de acumular água, realizando então a captação e encharcando o substrato terrestre, o que explica a riqueza dos veios subterrâneos e a alimentação dos cursos d'água”.

Há de se destacar ainda que a Serra do Pireneus abriga as cabeceiras das bacias Amazônicas e do rio da Prata. Sua biodiversidade, típica do bioma Cerrado, é protegida por importantes instrumentos de desenvolvimento turístico: Parque Estadual, Área de Proteção Ambiental, Geoparque dos Pireneus e Corredor Ecológico Pireneus-Paraná (RIBEIRO, WALTER, 2001).

O Projeto da Proposta Geoparque (2010), descreve que a APA dos Pireneus engloba a maioria das cachoeiras e outros pontos de interesse. Isso contribui como um fator incentivador da proteção ao meio biótico, junto aos geossítios, bem como mais um fator para disciplinar a lavra de quartzito na maior pedreira da região.

Os geossítios foram divididos no seguinte formato, como mostra na figura 13.

**Figura 13 – Divisão dos Geossítios**



**Fonte: PROPOSTA GEOPARQUE, 2012.**

A Cidade de Pedra é um monumento natural decretado pelo município de Pirenópolis, e seu território é de propriedade particular. Até o momento, à dificuldade de acesso impossibilita a entrada mais crescente à área. Em determinados trechos a natureza se encontra fragilizada pela falta de gerenciamento, como grandes erosões provenientes de uso inadequado. No entanto, há todo um trabalho a ser feito, antes de se propiciar o acesso à área, como um plano de manejo, estabelecimento de roteiros, colocação de placas, treinamento de guias e adoção de vigilância (THOMÉ FILHO, MORAES, DE PAULA, 2010).

Os afloramentos dos geossítios 10 e 11, destacado na Proposta de Geoparque Pireneus (2010), devem ser protegidos contra o entulhamento, no caso de reparos na estrada é necessário o cuidado com o movimento de material. Nesses dois casos a raspagem com patrula ajuda a

expor mais as estruturas. Os geossítios 17, Mirante do Ventilador e 20, Serra do Macaco, devem ser protegidos de erosão devido ao fato do tráfego de pessoas remover a vegetação e criar canais de escoamento preferencial de água, que podem induzir à erosão. De resto, essa recomendação é válida para todas as trilhas de todos os geossítios (THOMÉ FILHO, MORAES, DE PAULA, 2010).

O Parque estadual dos Pireneus possui uma cobertura vegetal constituída na sua maioria por formações savânicas com ocorrência de formações florestais dos tipos Mata de Galeria e Mata Seca Semidecidual, merecendo destaque as formações rupestres (EIA RIMA dos acessos ao parque dos Pireneus).

A direção do Parque Estadual dos Pireneus lançou a Trilha Interpretativa do Campo de Dobras, que mapeou as formações rochosas de 2 bilhões de anos chamadas “dobras verticais” que existem na região. A ação foi desenvolvida pela Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Semad) com apoio da Universidade Federal de Goiás (UFG) e da Prefeitura de Pirenópolis. Segundo a Semad, o Campo de Dobras (figura 14) é uma das atrações mais procuradas pelos turistas. A secretaria explica ainda que as dobras verticais foram formadas há 2 bilhões de anos pela compressão do quartzo no fundo do oceano, por isso é considerada um fenômeno raro.

Segundo a Semad, o Campo de Dobras é uma das atrações mais procuradas pelos turistas. A secretaria explica ainda que as dobras verticais foram formadas há 2 bilhões de anos pela compressão do quartzo no fundo do oceano, por isso é considerada um fenômeno raro. No percurso da trilha foram colocadas placas explicativas com informações geológicas e curiosidades sobre as formações rochosas.

**Figura 14 – Formações rochosas de 2 bilhões de anos mapeadas no Parque dos Pireneus**



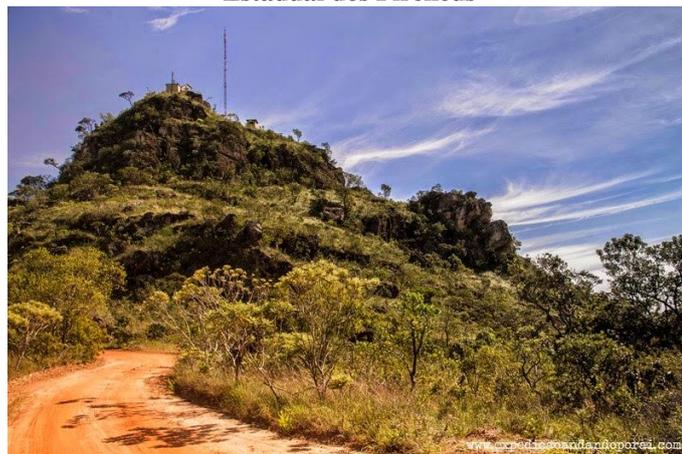
**Fonte: DIVULGAÇÃO/SEMAD, 2019.**

No Parque dos Pireneus, constam belíssimos campos rupestres, ricas e diversificadas fauna e flora, além de espécies endêmicas (aquela espécie animal ou vegetal que ocorre somente em uma determinada área ou região geográfica) de alto valor biológico e cultural. Sendo ricas e diversificadas, a fauna e a flora do local constituem uma riqueza muito importante para a Serra dos Pireneus. No local podem ser encontradas orquídeas e bromélias, avistar aves rapinas de altas altitudes como urubus-reis e gaviões. Além de ser possível observar no local também araras azuis e amarelas, codornas-silvestres, pica-paus da cabeça-amarela, e uma grande infinidade de beija-flores e outras aves bastante diversas (RIBEIRO E WALTER, 2001).

Na página 162 do EIA-RIMA dos acessos ao parque dos Pireneus destaca-se: “O projeto “Ações Prioritárias para a Conservação do Cerrado e do Pantanal”, criado pelo Ministério da Agricultura com a cooperação da UnB, através do PROBIO - Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira, identificou 15 áreas prioritárias para a conservação em Goiás, entre essas as de nº 14 (rio das Almas/Alto Tocantins) e nº 218 (Pirenópolis), que se encontram diretamente relacionadas à área de influência da “Estrada Parque Pireneus”, sendo que essas foram classificadas, em relação ao grau de importância biológica como “extremamente alta” e “muito alta”, respectivamente.

Na figura 15 é apresentado a entrada secundária do Parque Estadual dos Pireneus, que leva a direção dos três picos.

**Figura 15 - Estrada da Entrada secundária do Parque Estadual dos Pireneus**



**Fonte: NOGUEIRA E JÚNIOR, 2014.**

## 2.3 CLASSIFICAÇÃO DAS RODOVIAS TRADICIONAIS

Para melhor situar o leitor sobre o importante papel socioeconômico que as rodovias de diferentes classes desempenham, cabe aqui apresentar, de um modo sucinto, algumas classificações de estradas por diferentes entidades.

### 2.3.1 Classificação de acordo com o DNIT

Para o DNIT (2010) a classificação de rodovias implica quatro diferentes critérios: à administração ou jurisdição; a funcionalidade; características físicas; e padrão técnico.

a) Classificação administrativa: federais; estaduais; municipais; e particulares, de acordo com o órgão gestor.

b) Quanto à funcionalidade: arteriais; coletoras; ou locais, de acordo com a mobilidade, volume de tráfego e velocidades operacionais.

c) Características físicas: não pavimentadas; pavimentadas, com pistas simples ou duplas.

d) Padrão técnico: com base na sua relevância econômica, descrita em função do tráfego (volume diário médio), e na capacidade de serviço (velocidade média operacional), discriminados na tabela 1.

**Tabela 1 – Critérios de classificação de rodovias**

CLASSE DE PROJETO (1)	CARACTERÍSTICAS	CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA (2)	VELOCIDADE DE PROJETO POR REGIÃO (km/h)		
			Plana	Ondulada	Montanhosa
0	Via Expressa – controle total de acesso	Decisão administrativa	120	100	80
I	A Pista dupla – Controle parcial de acesso	O volume de tráfego previsto reduzirá o nível de serviço em uma rodovia de pista simples abaixo do nível "C" (4)	100	80	60
	B Pista simples	Volume horário de projeto VHP > 200 Volume médio diário VMD > 1400			
II	Pista simples	Volume médio diário VMD 700 - 1400	100	70	50
III	Pista simples	Volume médio diário VMD 300 - 700	80	60	40
IV	Pista simples	Volume médio diário VMD < 300	80 – 60 (3)	60 – 40 (3)	40 – 30 (3)

Fonte: MANUAL DE IMPLANTAÇÃO BÁSICA DE RODOVIA, (DNIT, 2010).

### **2.3.2 Classificação das Rodovias de acordo com a AASHTO**

A classificação adotada pela American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO, 2011), admite a utilização da rodovia como referência para determinar a sua hierarquia na malha viária. Para a AASHTO (2012) as vias estão divididas em três categorias de acordo com a sua utilização, em: arteriais, coletoras e locais.

## **2.4 PAVIMENTAÇÃO**

Para SANTANA (1993), pavimento é uma estrutura construída sobre a superfície obtida pelos serviços de terraplanagem com a função principal de fornecer ao usuário segurança e conforto, que devem ser conseguidos sob o ponto de vista da engenharia, isto é, com a máxima qualidade e o mínimo custo.

Para SOUZA (1980), Pavimento é uma estrutura construída após a terraplanagem por meio de camadas de vários materiais de diferentes características de resistência e deformabilidade. Esta estrutura assim constituída apresenta um elevado grau de complexidade no que se refere ao cálculo das tensões e deformações.

### **2.4.1 Funções do pavimento**

Segundo a NBR-7207/82 da ABNT tem-se a seguinte definição: "O pavimento é uma estrutura construída após terraplanagem e destinada, econômica e simultaneamente, em seu conjunto, a:

- a) Resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos pelo tráfego;
- b) Melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança;
- c) Resistir aos esforços horizontais que nela atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento."

### **2.4.2 Classificação dos pavimentos**

O pavimento pode ser classificado segundo a sua estrutura em:

1.3.1- Pavimentos flexíveis: São aqueles constituídos por camadas que não trabalham à tração. Normalmente são constituídos de revestimento betuminoso delgado sobre camadas puramente granulares.

1.3.2 - Pavimentos rígidos: São constituídos por camadas que trabalham essencialmente à tração. Seu dimensionamento é baseado nas propriedades resistentes de placas de concreto de cimento Portland, as quais são apoiadas em uma camada de transição, a sub-base.

1.3.3 - Pavimentos semirrígidos (semi-flexíveis): Situação intermediária entre os pavimentos rígidos e flexíveis. É o caso das misturas solo-cimento, solo-cal, solo-betume dentre outras, que apresentam razoável resistência à tração (BERNUCCI, 2006).

### **2.4.3 Pavimentação intertravada em alvenaria poliédrica**

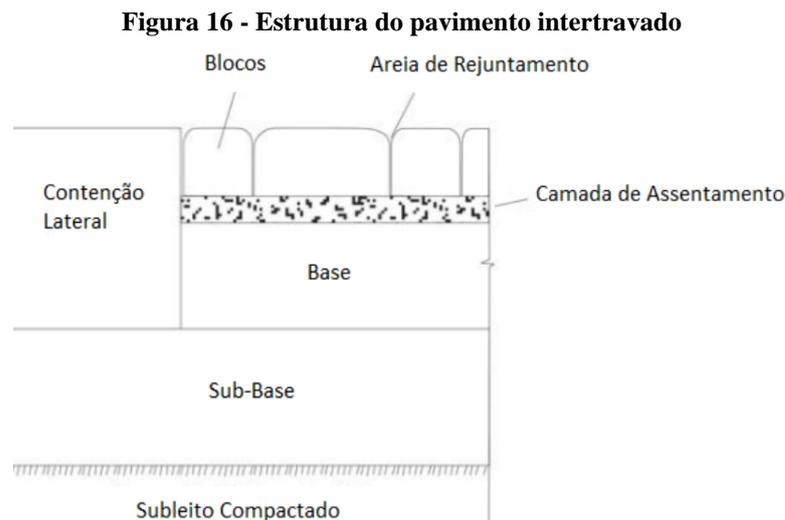
Pavimento flexível cuja estrutura é composta por uma camada de base (ou base e subbase), seguida por camada de revestimento constituída de peças de concreto sobrepostas em uma camada de assentamento e cujas juntas entre as peças são preenchidas por material de rejuntamento e o intertravamento do sistema é proporcionado pela contenção (NBR 15953/2011).

Muitas ruas de Pirenópolis-GO são pavimentadas com paralelepípedos e grande parte com as pedras irregulares, mas a cidade tem por sua maioria ruas pavimentadas com asfalto. Pode ser observado, que com o passar dos anos, quase não houve a necessidade de reparos ou manutenção nas vias com pé-de-moleque, devido a durabilidade centenária da pavimentação. Além de ser um tipo de pavimentação permeável, o que facilita o retorno das águas ao lençol freático, possibilita também um escoamento mais efetivo das águas pluviais (CARVALHO, 2001).

Ruas pavimentadas com asfalto convencional, periodicamente é necessário que haja reparos, devido à aparição de buracos, muitas vezes pela execução incorreta, ou por fatores externos (MELO, 1998). Sob outra perspectiva, o asfalto é uma pavimentação impermeável. Porém, paralelamente oferece melhor acabamento, possibilitando uma execução mais rápida, porém com maior necessidade de equipamentos sofisticados, mão de obra especializada, emprego de derivados de petróleo e custo mais elevado de transporte, devido a necessidade de materiais não encontrados na região (MINEROPAR,1983). Se o conjunto de pavimento intertravado (pé-de-moleque) for adequadamente dimensionado admite cargas por eixo da mesma grandeza obtida em pavimentos flexíveis ou semi-rígidos convencionais (MINEROPAR,1983).

#### 2.4.4 Estrutura do pavimento em alvenaria poliédrica

De acordo com o Manual de Utilização de Paralelepípedos e Alvenaria Poliédrica (Mineropar, 1983), o pavimento de alvenaria poliédrica se caracteriza por um pavimento flexível composto por um revestimento de pedras irregulares, assentadas por processo manual, justapostas, rejuntadas com areia, betume, argamassa de cimento-areia ou mistura de agregado e argila, assentados sobre um colchão de areia ou a uma base de solo estabilizado. Segundo Burak (2002), o projeto de base e sub-base é determinado pela severidade das cargas aplicadas. Muitos pavimentos para usos da cidade não requerem uma sub-base agregada, exceto para uso muito pesado, ou sobre um subleito de solo fraco. Nessas situações, pode ser mais econômico usar camadas de base estabilizadas de asfalto ou cimento. A figura 16 apresenta a estrutura do pavimento intertravado.



O paralelepípedo ou pedra irregular, como o próprio nome indica, não apresenta uma forma constante e, portanto, só se pretende, em cada tipo de jazida, limitar o campo de variação, de maneira que no seu conjunto, a superfície pavimentada apresente certa homogeneidade. As pedras irregulares empregadas devem possuir faces planas, sem saliências e reentrâncias acentuadas, principalmente na face que irá constituir a superfície do pavimento. Além disso, as dimensões da face inferior não devem diferir em mais de 2 cm da face superior. As dimensões irregulares são variadas, dependendo da natureza da rocha e do local de extração. O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT,1981), orienta que as pedras amarradas manualmente, deverão ter a face que se destina ao rolamento plana, com uma

dimensão tal que se inscrevam num círculo de diâmetro entre 0,10 m e 0,20m, enquanto que a altura poderá variar entre 0,10 m e 0,15 m. Para a extração do paralelepípedo, devem ser utilizadas rochas sãs, homogêneas, sem fendilhamento e sem alteração, além de apresentar condições satisfatórias de dureza e tenacidade.

De acordo com o Departamento Estadual de Infraestrutura do estado de Santa Catarina (DEINFRA) (DER, 1981) os materiais empregados devem apresentar as seguintes condições de dureza e tenacidade:

- Resistência à compressão simples: maior que 100 kg/cm<sup>2</sup>;
- Peso específico aparente: mínimo de 2.400 kg/m<sup>3</sup>;
- Absorção de água após 48 horas de imersão: menor que 0,5%, em peso.

## 2.5 ESTRADAS-PARQUE

O entendimento de estrada-parque se faz necessário para melhor relacionar a escolha da alternativa proposta, a utilização do pé-de-moleque como revestimento da referida estrada-parque dos Pireneus.

### 2.5.1 Contexto geral de uma estrada-parque

As estradas de modo geral, de acordo com Araújo (2001), são tradicionalmente concebidas com duas utilidades, tendo significância tanto econômica quanto social como corredores de transporte e utilidades. Elas também podem ter significativos impactos sobre o meio ambiente, por atravessarem habitats de vida selvagem e por serem também um dos mais destruidores elementos dos processos de fragmentação destes habitats. E seu conceito tradicional sempre foi vinculada a fatores predominantemente econômicos e financeiro, relevando em planos secundário as variáveis vinculadas ao meio ambiente.

O termo “estrada-parque” origina-se nos Estados Unidos, as “Parkways”, deriva da categoria, segundo Soriano (2006), áreas concebidas como unidades de conservação ou como categoria de área protegida, ou seja, uma estrada que garante, mesmo que minimamente, aspectos de conservação ambiental. Portanto, as “Parkways” são protegidas sob a gestão do Serviço Nacional de Parques do país, o “National Park Service” (NPS).

Soriano (2006), em sua tese de doutorado discorre com mais profundidade e propriedade acerca do termo “estrada-parque”, utilizado no Brasil, com variados significados,

conforme os interesses de quem o usa. E propõem a seguinte definição: “Se constitui numa unidade de conservação de grande beleza cênica, cujo formato e dimensões são definidos pela percepção das paisagens naturais e culturais a serem protegidas, a partir de uma rota principal, a estrada, e que se destina à recreação e ao lazer ao longo desta, e também como forma de promover a integração homem-natureza e o desenvolvimento sustentável da região de sua influência.”

As estradas-parque são implantadas naturalmente em áreas de interesse turístico e conservacionista, o que conseqüentemente pode acarretar em aumento significativo de fluxos turísticos, o que possibilita a eventuais impactos negativos a sociedade. Veruska Dutra (2008) paradoxalmente aponta como dado que, esse fluxo já há de existir de qualquer maneira, uma estrada-parque pode se transformar numa ferramenta de ordenamento territorial e gestão ambiental compartilhada.

Os critérios de classificação de acordo com os órgãos brasileiros de controle e gestão da infra-estrutura rodoviária (DNIT, DRE) e a literatura clássica complementa uma série de acervo em manuais, publicações instruções e experiências (RIBEIRO, 2017), nenhuma delas desenvolve características técnicas de engenharia tocantes a estrada-parque. Em DNIT (1997) e DNIT (2006), por exemplo, encontram-se 101 definições para diferentes tipos de estradas. Nenhuma delas é de estrada parque. Diferentes e invariáveis dificuldades para incluir estradas parque no universo das unidades de conservação, são destacadas por Dutra et al (2018).

Para Fundação SOS Mata Atlântica (2004), estrada-parque se define como um museu permanente de percurso que atravessa Unidades de Conservação ou áreas de relevante interesse ambiental e paisagístico, com o objetivo de aliar a preservação ambiental ao desenvolvimento sustentável da região.

Vale mencionar que existem diversas sustentações aos projetos de estrada-parque existentes no Brasil que fogem e distorcem seu verdadeiro enfoque.

Dentre as diretrizes técnicas contidas no acervo técnico constituído pela AGETOP e consolidado no EIA-RIMA da estrada-parque dos Pireneus em 2005, dispõem da descrição da técnica construtiva aderida para o desenvolvimento da estrada-parque, o Tratamento Superficial Duplo (TSD). E, evocando já os conceitos citados acerca de estrada-parque, afim de fundir um canal de interação ambiental e sustentável, é proposto que como complemento de sua definição, deve-se visar o uso prioritário de recursos locais, resultantes da reciclagem do lixo das pedreiras. A pavimentação com “pé-de-moleque” possibilita a junção de inúmeros efeitos de grande magnitude ecológica e social.

### **2.5.2 Concepção de uma estrada-parque**

Obras relacionadas a infraestrutura rodoviária, são projetos lineares que atravessa vários ecossistemas, e se torna inviável à adoção de mesmos projetos e procedimentos construtivos, tal distinção evidencia a necessidade de técnicas especiais em meios especiais.

Nesse sentido, tem-se a política ambiental, a qual pode ser vista como um meio jurídico de se garantir o espaço público e a defesa dos direitos ambientais para a comunidade. Porém, os dispositivos legais são poucos específicos em relação à Estrada Parque como unidade conservadora. Embora estejam presentes em alguns sistemas Estaduais de Unidades de Conservação, a Política Ambiental Federal nega juridicamente esse modelo de unidade de uso sustentável, mas permite a existência de políticas ambientais estaduais e municipais autônomas para criarem suas categorias de Unidades de Conservação.

### **2.5.3 Estradas-parque no Brasil**

O termo “Estrada-Parque” origina-se nos Estados Unidos, as “Parkways”. Veruska Dutra (2008), destaca a deficiência dos estudos sobre as Estrada-Parque no Brasil e no mundo. Em seu trabalho ela identifica de maneira crítica a implantação da Estrada-Parque na Chapada dos Veadeiros entre a sua sede e o povoado de São Jorge no Estado de Goiás.

Em todo Brasil destaca-se à Estrada-Parque APA – Itu Rio Tietê/SP, por ter sido a única que contou com um projeto físico de implantação elaborado no âmbito da administração municipal (GARCIA; SOUZA, 1996).

Hoje, no Brasil, somente as Estradas-parque Piraputanga/MS e APA – Itu Rio Tietê/SP podem ser consideradas como unidades de conservação por terem sido criadas como APAs.

É certo que no cenário brasileiro, a gestão de estradas como unidades de conservação é um tema polêmico, pois há pouca literatura disponível sobre o assunto.

Arcari & Da-Ré (apud Silva 1998, p. 2), definem esta categoria como: um parque linear de alto valor educativo, cultural, recreativo e panorâmico que protege faixas de terra ao longo de trechos ou a totalidade de caminhos, estradas ou vias de acesso, e cujos limites são estabelecidos com vistas à proteção de suas características e mantidos em estado natural ou seminatural, evitando-se obras que desfigurem o meio ambiente.

### **3 ESTUDO DE CASO: DESCRIÇÃO GERAL E CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS DA ESTRADA-PARQUE DOS PIRENEUS**

O acesso ao parque não é dos mais fáceis. A pista de terra exige veículos de tração 4x4. E o fato de o relevo ser declivoso, o solo arenoso e pouco profundo, o constante acesso ao interior do parque acaba por prejudicar ainda mais a conservação do ambiente. A região do Parque dos Pireneus e seu entorno é uma localidade de forte atração turística, folclórica e religiosa, trazendo, pressões antrópicas. Suas belezas naturais, mais de 26 cachoeiras de águas nascentes nesta Serra e famosas formações rupestres, entre elas a Cidade de Pedra, o Morro do Cabeludo e os Três Picos são atrativos para a população (DELPRETE et al., 2004).

A constituição brasileira em seu art.225 garante o direito do cidadão ao ambiente sadio: “Todos tem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade da vida, impondo-se ao Poder Público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

O dever de preservação do meio ambiente, para garantia do bem estar das gerações atuais e futuras, não cabe apenas ao Poder Público, mas sim à toda coletividade, em que os meios representativos da sociedade como associações, cooperativas, ONGs, dentre outras, regem um papel de fundamental importância, fiscalizando as aplicações das leis de interesse direto ou indireto na vida dos cidadãos. Simultaneamente utiliza-se pelos estados e municípios mecanismos próprios de gestão ambiental, para o planejamento e execução de estratégias regionais ou locais. São ações que se integram às atividades exercidas pelo poder público federal.

Formal ou informalmente as agências governamentais atuam na gestão do meio ambiente ou geram demandas de ação dos órgãos atuantes na área ambiental.

A comunidade ambientalista está ao lado dessas instituições as quais são: às organizações não governamentais, as comunidades científicas e os representantes do setor empresarial. E assim, o conceito de desenvolvimento sustentável se evidencia com a participação de todos esses setores, fornecendo subsídios às tomadas de decisão.

A pavimentação da estrada-parque dos Pireneus tornou-se objeto de implantação do Governo do Estado de Goiás, sendo realizada políticas das possibilidades para que acesso ao Morro dos Pireneus seja capaz de atender as deficiências da comunidade pirenopolina. A pavimentação do referido acesso, para o qual realizou-se o Estudo de Impacto Ambiental - EIA e o seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA dos acessos ao parque dos Pireneus,

os quais são tidos como instrumentos importantes na mitigação de impactos negativos sobre a área, uma vez que propõe os critérios a serem adotados na execução das ações tecnológicas do empreendimento, especialmente pela proximidade a área do Parque Estadual dos Pirineus (MMA – Cnuc, 2020).

A melhoria do pavimento da estrada deve ocorrer sobre o leito já existente, através da execução de um projeto que minimize interferências ambientais, visando dar maior garantia aos planos de manejo dentro das unidades de conservação (APA e PEP). Para isso sugere-se um entendimento mais aprofundado no que se refere a concepção e implantação de estradas-parque.

A pavimentação intertravada, empregando pé-de-moleque, é utilizada desde as primeiras consolidações de estradas em Pirenópolis, e hoje o PDM é reconhecido como material sustentável, em razão de ser um material resultante da reciclagem dos resíduos das pedreiras. Se na implantação da estrada-parque dos Pirineus, for considerada a utilização da pavimentação proposta, será contemplado impactos significativos à economia e ao desenvolvimento socioeconômico e ambiental da região. Considerando que a utilização de resíduos reciclados das pedreiras será uma opção também economicamente vantajosa, dada a menor distância de transporte dos materiais para a obra e oferta de mais vagas de emprego no mercado de trabalho (SOUSA, 2005).

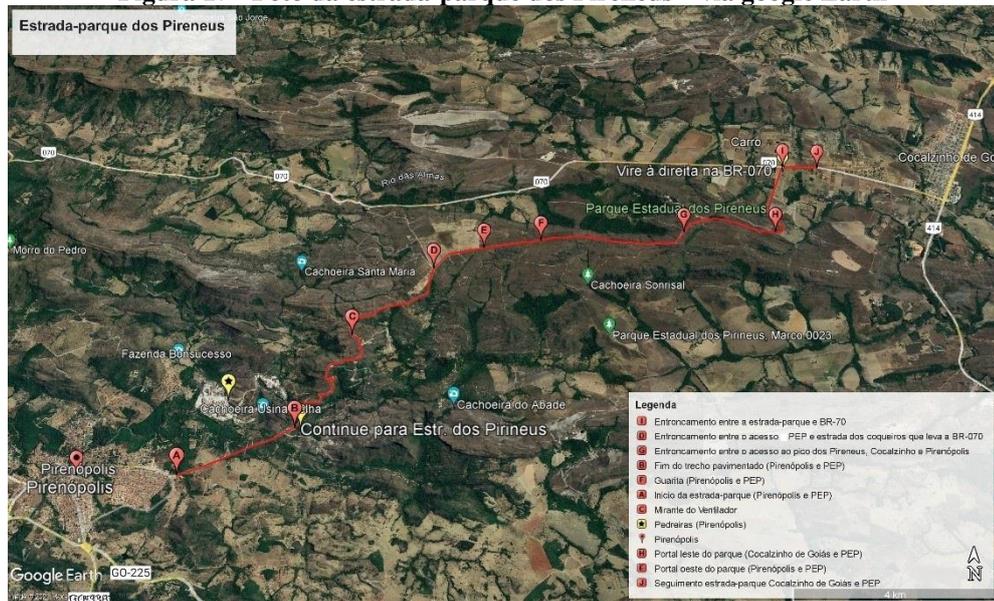
Tendo em vista que a estrada passa por um trecho de unidade de conservação – parque nacional, deve ser considerada tanto os impactos que a estrada poder vir a causar, naquele ambiente, quanto os impactos causados à comunidade local. Com isso, buscou-se entender as fundamentações referente a utilização da denominação estrada-parque, sendo entendida como questão ambiental apenas institucionalizada no conceito de Estrada-Parque, como forma compensatória para a comunidade local, por meio de uma política ambiental.

### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O Estado de Goiás, está implantando as vias que ligarão Pirenópolis e Cocalzinho de Goiás ao Parque Estadual dos Pirineus, com extensão de 11,2km e 5,9km respectivamente, essas vias deverão ser igualmente voltadas à conservação e preservação dos ecossistemas ali existentes, proporcionando à região o desenvolvimento do ecoturismo de forma ordenada e segura. Possibilitando ainda às populações residentes na área, condições e os meios mais seguros para acessos à satisfação de suas necessidades materiais, sociais e culturais.

Na figura 17 é apresentado a definição traçada pelos autores, do seguimento da estrada-parque dos Pirineus, com auxílio do Google Earth.

**Figura 17 - Foto da estrada-parque dos Pireneus – via google Earth**



Fonte: AUTORAL, 2021.

Com base no EIA-RIMA dos acessos ao parque dos Pireneus, foi possível apresentar neste nível, a localização da referida estrada-parque dos Pireneus. A estrada-parque é composta por dois seguimentos distintos, um situado a leste e outro a oeste.

O acesso oeste, com 11,2km de extensão desenvolve-se em terras do município de Pirenópolis e partindo de sua área urbana (figura 18), estende-se em direção nordeste. O acesso oeste inicia-se na rodovia federal BR-070, na zona suburbana da cidade de Cocalzinho de Goiás em área deste município e possui cerca de 5,5km de extensão.

**Figura 18 - Trevo em Pirenópolis partindo do ponto inicial em direção a estrada-parque**



Fonte: AUTORAL, 2021.

Requer destaque a existência de 1,8 km já pavimentados anterior ao ano de 2005 no acesso oeste, situados na zona suburbana de Pirenópolis, onde a necessidade de homogeneização impôs a sua inclusão nos estudos ambientais do presente EIA-RIMA. Igual procedimento foi adotado para o segmento de quase 2km, pavimentado na área suburbana de Cocalzinho de Goiás. Na figura 19, apresenta-se o atual fim do segmento pavimentado na área suburbana de Cocalzinho de Goiás.

**Figura 19 - Foto do fim do segmento pavimentado, trecho Cocalzinho e PEP**



**Fonte: AUTORAL, 2021.**

O acesso leste, iniciando-se em Cocalzinho de Goiás, segue por cerca de 1km coincidente com a BR-070 (figura 20) e estende-se desde os divisores dos córregos da Laje e Água Fria, dois pequenos afluentes do rio Corumbá, seguindo a partir da rodovia federal em direção sul, rumo às cotas elevadas, superiores a 1.200m, situadas no entorno do Pico dos Pireneus, ponto culminante da região.

**Figura 20 – Trecho da estrada-parque coincidente com a BR-070**



**Fonte: AUTORAL, 2021.**

Na figura 21 o encontro do trecho coincidente da estrada-parque com a BR-070, nota-se a esquerda do leitor o seguimento referente a estrada-parque.

**Figura 21 – Encontro BR-70 com a estrada-parque**



**Fonte: AUTORAL, 2021.**

Atinge o PEP (Parque dos Pireneus) em local onde está erguido o Portal Leste do Parque (figura 22).

**Figura 22 – Portal leste do parque**



**Fonte: AUTORAL, 2021.**

O acesso oeste inicia-se na área urbana de Pirenópolis na área de acesso às pedreiras, transpondo inicialmente o vale do rio das Almas e avançando por entre o divisor dos córregos Macoã e Barriguda.

Segue em direção nordeste em região bastante ondulada, com rampas fortes, atingindo cotas superiores a 1.200m, até atingir o Portal Oeste do PEP (figura 23), com topografia suave na parte superior da serra.

**Figura 23 - Portal oeste do parque**



**Fonte: AUTORAL, 2021.**

Os acessos, conforme anteriormente relatado, aproveitarão integralmente uma estrada vicinal existente e que possui uma plataforma de 7 a 8m de largura, e caracteriza-se por um greide colado e um traçado sinuoso, porém encaixado no relevo local.

As fotos do local da área de estudo foram tiradas pelos acadêmicos para a realização da pesquisa em 01 de novembro de 2021. Na figura 24 placa na estrada-parque, informando a existência do trânsito controlado, e a indicação de curva à esquerda direcionando a BR-070.

**Figura 24 – Foto de placa existente na estrada-parque**



**Fonte: AUTORAL, 2021.**

Mais à frente, sentido Parque Estadual dos Pireneus, encontra-se a existência de mais outras placas, como é destacado na figura 25, figura 26 e figura 27.

**Figura 25 – Placa na estrada-parque**



**Fonte: AUTORAL, 2021.**

Na figura 26, ao fundo o Morro do Cabeludo, e em destaque placa informando as direções para Pirenópolis e saída para Goiânia – Brasília.

**Figura 26 - Foto de placa indicativa e Morro do Cabeludo**



**Fonte: AUTORAL, 2021.**

Já no sentido Goiânia-Brasília, na figura 27 placa indicando direção para Cocalzinho, e Águas Lindas – Brasília.

**Figura 27 – Placa na estrada-parque**



**Fonte: AUTORAL, 2021.**

### 3.2 CARACTERÍSTICAS DA PAVIMENTAÇÃO COM PDM

Neste item serão destacados os pontos importantes das entrevistas feitas com profissionais seguindo o roteiro das perguntas organizadas no Apêndice A.

### **3.2.1 Relevância patrimonial, cultural e histórica do “pé-de-moleque”**

No Brasil, este tipo de pavimento é mais conhecido como o pavimento de paralelepípedos ou paralelos em pé-de-moleque. Nos pavimentos de paralelos, as peças têm dimensões aproximadas de 12 cm de largura, 20 cm de comprimento e 20 cm de altura.

Este tipo de pavimento é muito utilizado nos dias de hoje nas cidades do interior do país e áreas como baias de ônibus das grandes cidades.

O seu assentamento é sobre uma espessa camada de areia, guardando as juntas entre peças de até 2 cm. As pedras tipo pé-de-moleque são mais antigas que o paralelo. Foram trazidas pelos portugueses a partir de 1600. As pedras têm formatos irregulares e dimensões de até 50 cm e são arrumadas sobre o terreno natural.

Exemplos de aplicação dos pavimentos de pedras pé-de-moleque podem ser vistos em cidades históricas do Rio de Janeiro e Minas Gerais, como Paraty, no Rio de Janeiro, e Tiradentes, em Minas Gerais (GODINHO, 2009).

Os portugueses construíram este tipo de pavimento para facilitar o transporte do ouro que era explorado nas cidades mineiras de Tiradentes, São João Del Rey e Ouro Preto e trazido até a cidade de Paraty no Rio de Janeiro para embarque nos navios que o levavam a Portugal.

### **3.2.2 Análises de métodos executivos na aplicabilidade do “pé-de-moleque” na região de Pirenópolis**

Segundo discussões com pessoas inseridas na construção das ruas já pavimentadas com PDM em Pirenópolis, um grupo seletivo de pessoas com aptidão no desenvolvimento de execução de ruas com o referido revestimento, através dos questionários submetidos foi possível extrair alguns entendimentos e conclusões acerca das técnicas adotadas na execução do pavimento.

Geraldo Costa Filho, mais conhecido por seu apelido “Gê”, morador nativo de Pirenópolis, e assentador de pedras pé-de-moleque, trabalha com esta atividade a quase 40 anos, e descreveu a existência de alguns parâmetros relevantes quanto a execução deste trabalho. Primeiramente, pode-se notar que ruas abauladas apresentam durabilidade mais elevada que as demais, que não possuem esta característica. As alturas do pavimento acabado, devem possuir medidas variando de 17 cm na lateral e 5cm de acréscimo no eixo de rolamento, para então poder apresentar a característica abaulado, o que ajuda no escoamento das águas superficiais, e colabora com a uniformidade da distribuição das cargas submetidas.

Na figura 28, foi possível captar uma imagem da execução de uma rua utilizando o pé-de-moleque como forma de revestimento do pavimento. As fotos foram tiradas no dia 14 de outubro de 2021, foi tirada no Setor Meia Ponte, com intuito de apresentar o formato real do assentamento das pedras que compõem este pavimento. Pode-se acrescentar também, que como já mencionado, a pavimentação utilizando as pedras de Pirenópolis neste formato, possibilita a utilização de ferramentas básicas como enxada, pá, nível, martelo de borracha, picareta, carrinho de mão e marreta diferentemente do material asfáltico, que é proveniente de fábricas distantes do município.

O PDM utilizado na pavimentação é fornecido pela pedreira a poucos quilômetros da estrada-parque, apresentando um custo menos elevado no que se refere a transporte do material. Vale lembrar que Pirenópolis dispõem de todo material necessário para execução deste tipo de pavimento. A mão de obra é fundamentalmente exercida pela comunidade local, e toda cadeia produtiva envolvida nesta modalidade coopera socioeconomicamente para grande maioria de pequenas e micro empresas do município.

**Figura 28 - Pavimentação no setor Meia Ponte, em Pirenópolis**



**Fonte: AUTORAL, 2021.**

Importante frisar a durabilidade centenária do pavimento, mesmo com o significativo aumento do tráfego, algumas ruas da cidade apresenta consideravelmente sua capacidade de resistir aos esforços solicitados e revela um comportamento positivo no que se refere a resistencia ao fluxo das águas e do movimento crescente do tráfego.

Mostra-se a seguir na figura 29 uma foto exibindo a rua da Cruz já pavimentada com pé-de-moleque no ano de 1978, e logo em seguida a figura 30, registro da mesma rua no ano de 2020.

**Figura 29 – Foto da rua da Cruz tirada por Valdomiro de A. Godinho em 1978**



**Fonte: ALMEIDA, 2006.**

**Figura 30 - Casa dos primeiros tempos, rua da Cruz**



**Fonte: Victor Naconechny/2020.**

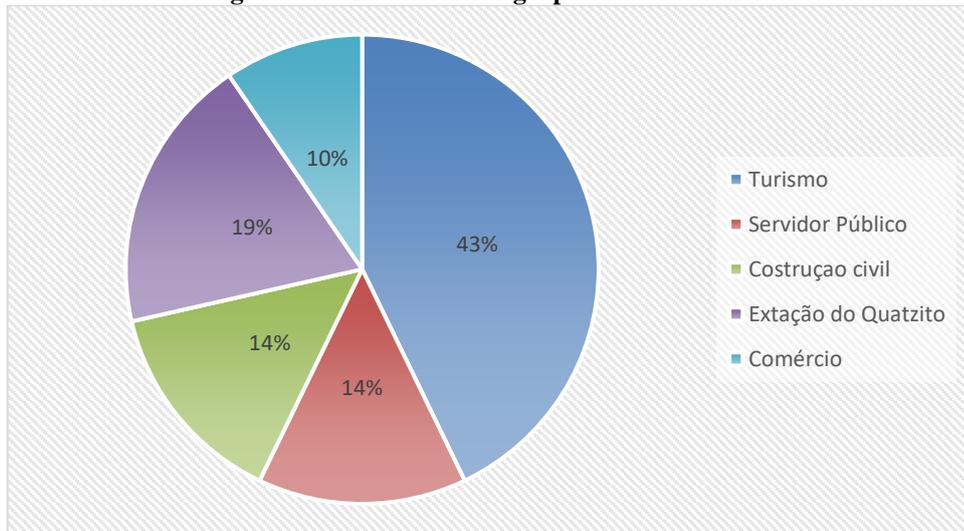
### 3.3 QUESTIONÁRIO

O questionário apresentado no Apêndice A foi aplicado aos moradores da região de Pirenópolis Goiás que estão inseridos no campo socioeconômico do município. Foram analisados 21 questionários e os dados foram tratados e dispostos em gráficos, enquanto que os dados subjetivos foram avaliados a fim de expor, claramente, o impacto causado pela continuação da implantação e pavimentação da estrada-parque dos Pireneus, e o que o asfaltamento da referida estrada causa sobre o meio ambiente e sobre a sociedade, através das sugestões e críticas. Além disso, foi feita uma avaliação sobre a experiências dos indivíduos sobre a pavimentação com pé-de-moleque.

Os resultados foram obtidos através de 21 respostas aos formulários de pesquisa entregues aos profissionais do turismo local, moradores da região e engenheiros. Tais resultados estão expostos nesta seção, dispostos de acordo com o assunto abordado e a ordem das perguntas realizadas.

Foi questionado aos entrevistados sobre sua área de atuação de acordo com a figura 31. Dos 21 entrevistados, 9 trabalham com turismo local, 3 como servidor público, 4 com extração e beneficiamento do quartzito, 3 da construção civil, e 2 trabalham com o comércio geral.

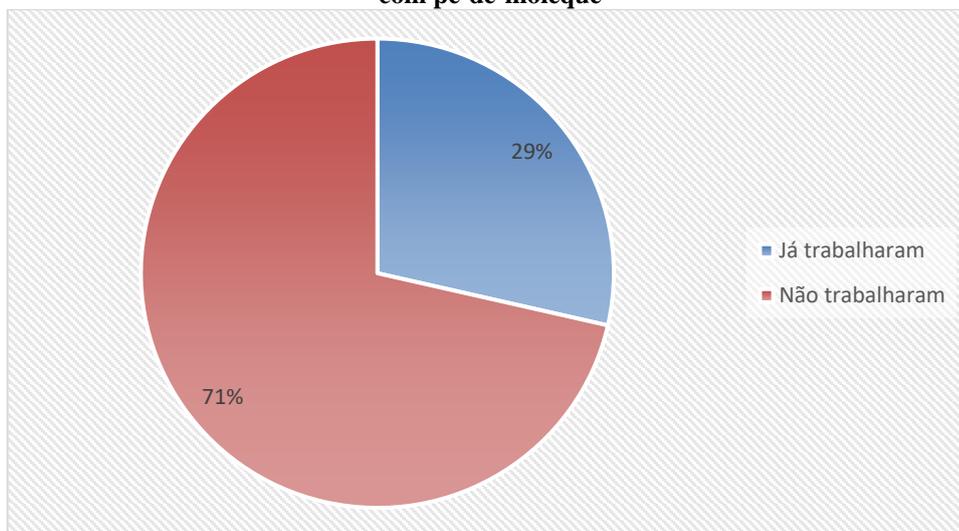
**Figura 31 – Gráfico com o grupo de entrevistados**



**Fonte: AUTORAL, 2021.**

Em respeito a experiência sobre a pavimentação com pé-de-moleque, foi perguntado se alguma vez o entrevistado trabalhou diretamente na implantação desta pavimentação. Existe, mesmo que pequena, uma parcela de pessoas que trabalharam nesta pavimentação, como mostra gráfico da figura 32. Dos 21, 6 trabalharam e 15 não. Dos 6 que trabalharam, 3 trabalha na construção civil, 2 são servidores públicos e 1 trabalha com o turismo local.

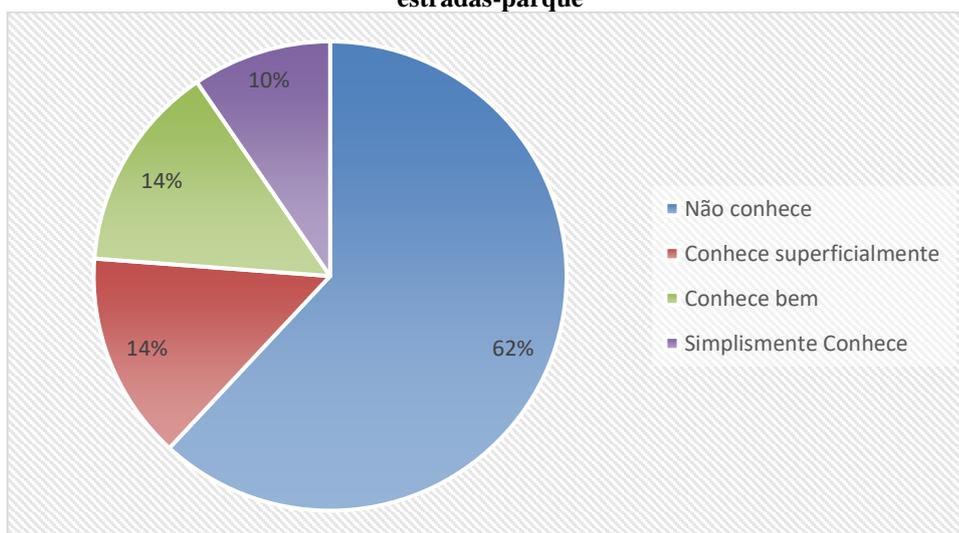
**Figura 32 – Gráfico de porcentagem quanto a participação sobre a pavimentação com pé-de-moleque**



Fonte: AUTORAL, 2021.

Nesta questão considerou-se a noção sobre conceituação quanto às estradas-parque. A maioria confirmou não ter conhecimento sobre tal temática. A maioria não conhece, como é apresentado na figura 33. Dos 21, 13 não conhece, 3 conhece superficialmente, 3 conhece bem, e 2 pessoas simplesmente conhece.

**Figura 33 – Gráfico de porcentagem quanto a noção sobre a conceituação de estradas-parque**

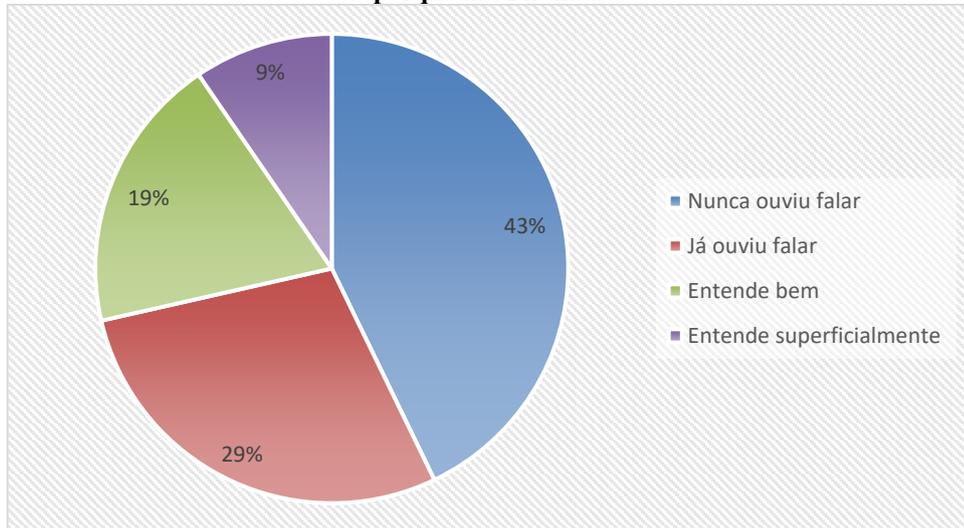


Fonte: AUTORAL, 2021.

Questionou-se se de alguma forma, existia o conhecimento sobre o entendimento sobre à estrada-parque dos Pireneus. A maioria confirmou que entende superficialmente. Embora uma

parcela significativa afirma o contrário, como revela o gráfico da figura 34. Dos 21, 9 nunca ouviu falar, 6 já ouviu falar, 4 entende bem e 2 entende superficialmente.

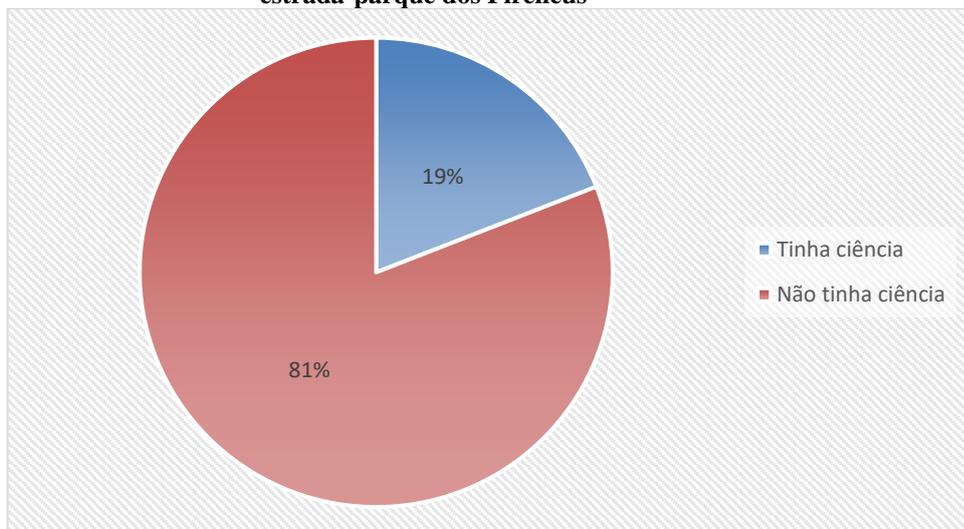
**Figura 34 – Gráfico de porcentagem a respeito do entendimento sobre à estrada-parque dos Pireneus**



Fonte: AUTORAL, 2021.

Perguntou-se sobre a ciência das ações de implantação desta estrada (estrada-parque dos Pireneus), a maioria também não tinha conhecimento, conforme gráfico da figura 35. Dessa minoria, 2 participaram diretamente dos projetos de implantação. Dos 21, 17 não tinha e 4 tinha ciência.

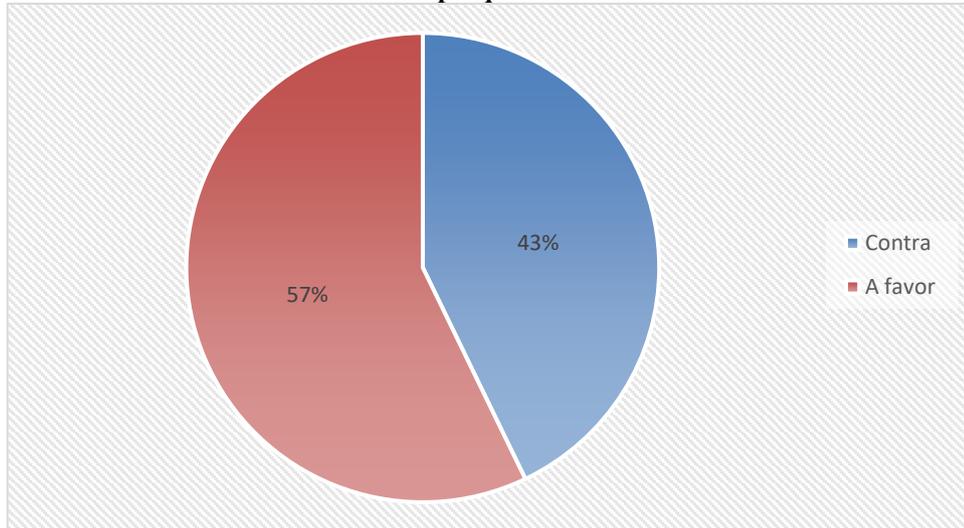
**Figura 35 – Gráfico de porcentagem quanto a ciência das ações de implantação da estrada-parque dos Pireneus**



Fonte: AUTORAL, 2021.

Com relação a ser diretamente a favor ou contra à pavimentação da estrada-parque dos Pireneus, as respostas ficaram bem divididas, como mostra gráfico apresentado na figura 36. Dos 21, 9 são contra e 12 são a favor.

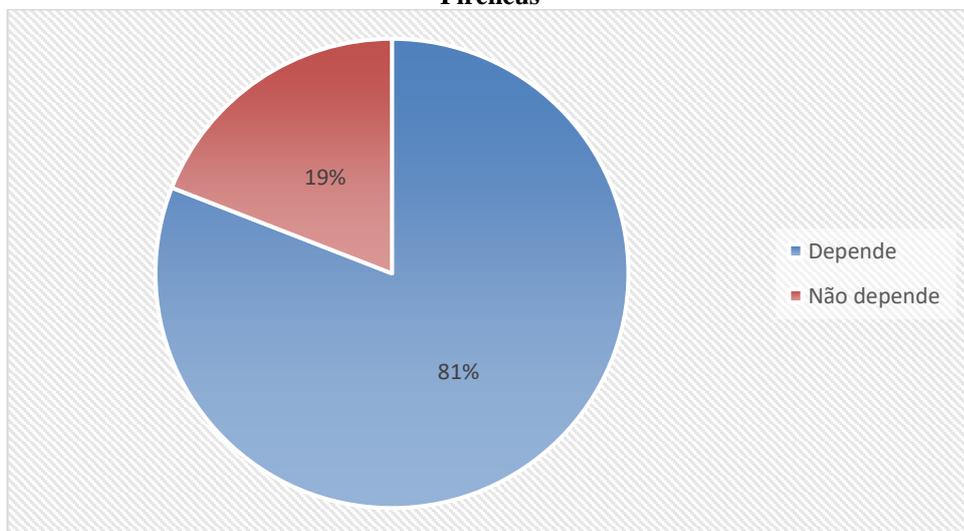
**Figura 36 – Gráfico de porcentagem sobre as opiniões a respeito da pavimentação da estrada-parque dos Pireneus**



Fonte: AUTORAL, 2021.

Foi perguntado também, se a estrada-parque dos Pireneus é importante para o entrevistado, se utiliza a estrada com frequência e se depende do bom estado da estrada. Uma parcela significativa depende do estado bom da estrada, como se vê na figura 37. Dos 21, todos responderam que a estrada é importante. Dos 21, 17 dependem da estrada e 4 não.

**Figura 37 – Gráfico de porcentagem de dependência sobre a estrada-parque dos Pireneus**



Fonte: AUTORAL, 2021.

Foram solicitadas sugestões e críticas para o desenvolvimento da implantação da referida estrada-parque dos Pireneus, os entrevistados destacam a necessidade de participação da comunidade local nos planos de implantação da pavimentação da estrada.

Avaliando a situação geral da proposta de se pavimentar a estrada-parque dos Pireneus é possível observar que, em suma, este projeto é visto de forma assustadora pela comunidade, tendo em vista as estradas-parque já implantadas pelo Brasil, como a estrada-parque Chapada dos Veadeiros, sendo avaliado de forma negativa na maioria das indagações, realizadas a comunidade local. Por outro lado, ao avaliar o comportamento do meio ambiente sobre o estado atual da estrada, é notável a necessidade de pavimentação e gerenciamento. Muitos dos entrevistados citam inclusive, os benefícios trazidos pela estrada-parque, como a melhora do tráfego, o fomento do turismo local, e a diminuição do assoreamento dos rios, mas existe uma parcela resistente quanto a esta aceitação. Do ponto de vista para alguns a pavimentação da estrada descaracteriza o meio ambiente, aumenta a velocidade de tráfego, aumenta o adensamento urbano e aumenta o fluxo de veículos. Nas sugestões ou críticas, foi verificado que grande parte da população prefere à pavimentação com pé-de-moleque ao asfaltamento tradicional.

Outro ponto importante e muito citado pelos entrevistados é a necessidade de normativas especiais para concepção da estrada-parque dos Pireneus, e destaca-se então a deficiência nas diretrizes, o que impossibilita uma implantação efetiva. Que vise de maneira macro e micro, analisar os aspectos relevantes sobre o município de Pirenópolis e seu entorno. Analisar o que de fato, pode atender a comunidade moradora dos municípios envolvidos.

#### 3.4 ESTADO ATUAL DA ESTRADA-PARQUE SERRA DOS PIRENEUS

Como mencionado anteriormente, à estrada-parque dos Pireneus já possui parte de seu segmento pavimentada. Neste trecho pode-se observar a falta de placas indicativas ou sinalizações informativas, que revelam à existência desta rodovia especial. Mesmo destacado no EIA-RIMA dos acessos ao parque dos Pireneus, este trecho em questão foi pavimentado devido as necessidades

Diversos atrativos da cidade, e chácaras residenciais depende diretamente dos acessos da estrada-parque dos Pireneus, como: Sítio Morro Velho, Chácara Água Limpa, Castelo das Águas, Canto da Mata, Sítio Santa Seiva Cerrado, Cachoeira do Abade, Reserva Vargem Grande, Caraivas, Alma D'Água, Pau Terra, Sítio Lavrinhas, Vila dos Pireneus, Cachoeira do

Coqueiro, Recanto das Pedras São Leopoldo, Refúgio da Serra, Vendinha Kalinca, Espaço Azul, dentre outros.

Destacamos anteriormente a existência de grandes valas e erosões ocasionadas pela carência de infra-estrutura da estrada-parque dos Pireneus. Na figura 38 e figura 39 observamos a existência de vala ocasionada pelo fluxo das águas pluviais, que leva os sedimentos do solo para os rios próximos ali existentes.

**Figura 38 – Grande vala na estrada-parque dos Pireneus, com altura de quase 1 metro**



Fonte: AUTORAL, 2021.

**Figura 39 – Largura da vala na estrada-parque dos Pireneus, com 1,40 metros**



Fonte: AUTORAL, 2021.

A manutenção anárquica da estrada, expõem cada vez mais as camadas mais profundas do solo, o tornando progressivamente mais vulnerável. Com a retirada do solo superficial da

estrada, intercorre a exposição das rochas mais profundas. Na figura 40 apresenta-se a direita do leitor a existência de um solo recém movimentado, com altura próxima de 1,40 metros, caracterizada pelas eventuais correções feitas através de patrola ou outro equipamento semelhante, que retira o material das encostas e superfície no processo de raspagem.

**Figura 40 – Apresentação do solo recém raspado, seguimento Pirenópolis e PEP**



**Fonte: AUTORAL, 2021.**

Foi mencionado também a lixiviação, um processo erosivo ocasionado a partir da lavagem da camada superficial do solo pelo escoamento das águas superficiais. Ocorre em geral, em solos sem a cobertura vegetal protetora, como o caso da estrada, o que diminui, em elevado grau, a sua fertilidade ao longo do tempo. A lixiviação é um processo frequente nos solos das regiões tropicais e equatoriais, como o caso de Pirenópolis, pois nesses locais as chuvas são mais abundantes e intensas. As enxurradas provocadas pelas precipitações carregam os materiais superficiais do solo para as áreas mais baixas. Justamente por isso, esse processo é mais significativo nas regiões de maior declividade, como apresentado no caso da estrada-parque. Desse modo, a água "lava" os solos, o carregando para o lençol freático e para os cursos d'água, colaborando para o assoreamento dos rios. Na figura 41 foi selecionado um trecho crítico da estrada-parque.

**Figura 41 – Vala a esquerda do leitor, no seguimento Pirenópolis e PEP**



**Fonte: AUTORAL, 2021.**

O alargamento da estrada formada através da retirada de cascalhos para manutenção da mesma, acarreta no alargamento da via, que em média, descrita pelo EIA-RIMA, possui de 7 metros a 8 metros de largura, diferentemente da apresentada na figura 42 e figura 43, seguimento Pirenópolis e PEP, com medidas variadas entre mais que o dobro do máximo mencionado.

**Figura 42 – Alargamento da estrada-parque no seguimento Pirenópolis e PEP**



**Fonte: AUTORAL, 2021.**

**Figura 43 – Alargamento da estrada no seguimento Pirenópolis e PEP**



**Fonte: AUTORAL, 2021.**

### **3.4.1 Efetividade no progresso aliado ao desenvolvimento socioeconômico e ambiental na estrada-parque dos Pireneus**

No planejamento de implantação de projetos de rodovias especiais, como o caso das estradas-parque, existe toda uma preocupação voltada a preservação e conservação do meio, de forma mais intensiva quando comparado aos projetos rodoviários convencionais, principalmente no desenvolvimento dos planos de ação, em virtude de se tratar de uma obra de grande impacto ambiental, se fazendo necessário uma elaboração específica, envolvendo mitigações visando reduzir os impactos ambientais negativos da atividade humana.

No que se refere a preocupação cênico cultural, e panorâmico, o revestimento com pé-de-moleque oferece além de pontos ecologicamente positivos, oferece também um impacto visual bem menos chocante. Na figura 44 apresenta-se o trecho da estrada-parque existente. Em seguida figura 45 da pista acabada com revestimento asfáltico, logo na figura 46 revestido com as pedras de Pirenópolis.

**Figura 44 - Estado atual da estrada**



**Fonte: EIA-RIMA.**

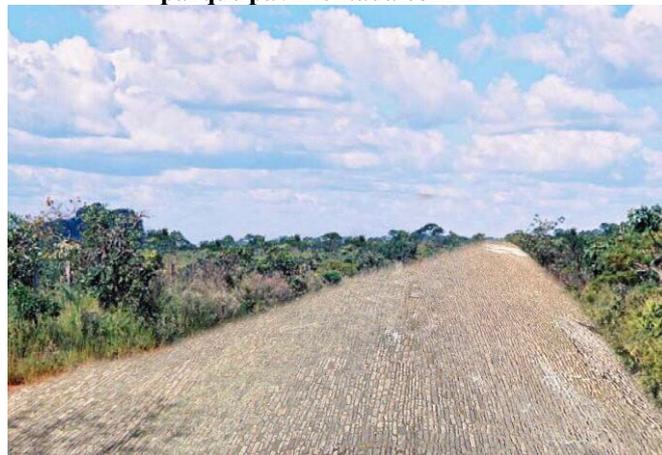
**Figura 45 - Ilustração da proposta estrada-parque realizada através do EIA-RIMA**



**Fonte: EIA-RIMA, 2005.**

A figura 46, foi editada de forma autônoma pelos autores, sem parâmetros técnicos no que se refere a placas indicativas, sinalização horizontal, e entre outros, nela apresenta-se de forma ilustrativa o impacto visual da pavimentação com pé-de-moleque na referida estrada-parque.

**Figura 46 - Ilustração proposta pelos autores, estrada-parque pavimentada com PDM**



**Fonte: AUTORAL, 2021.**

O projeto de concepção de uma estrada-parque, desde o princípio, vai muito mais além de qualquer desenvolvimento de projeto para definição de trechos de rodovias comuns, que dispõem o foco exclusivo de possibilitar o acesso de um lugar a outro. Aqui, na idealização de uma estrada-parque, a preocupação abrange desde a proteção de fauna e flora a conservação panorâmica e cultural do meio, respeitando as características locais, incluindo representantes nativos na elaboração dos meios de implantação, buscando integrar-se o desenvolvimento,

incluindo a população nativa, estabelecendo medidas que efetivamente cooperem com os planos de elaboração deste projeto que causa tanto impacto a população moradora do entorno.

Veruska Dutra no ano de 2008 em seu estudo realizado, desenvolveu dilemas e diálogos acerca da estrada-parque entre Jalapão e a Chapada dos Veadeiros, neste artigo ela destaca que: Estradas-Parque são criadas com o intuito de valorizar as belezas existentes em determinadas regiões e a sua criação exige o envolvimento da comunidade que a circunda, devendo fazer parte de um conselho de gestão da unidade.

À adoção do pé-de-moleque no revestimento da via, trará um reflexo socioeconômico bastante redundante para população pirenopolina, diferentemente do revestimento com TSD. Além de manter e garantir mais efetivamente à identidade cultural e histórica do município.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho de pesquisa se iniciou com intuito de agrupar ideias acerca de estudos específicos sobre estradas-parque e meio ambiente, buscando correlacionar aos impactos e o progresso de aproveitamento racionalizado, apontando aspectos sociológicos e ecológicos os quais influenciam grandemente na implementação destas.

Diante disso a pesquisa teve como objetivo geral, apresentar do ponto de vista da engenharia de infra-estrutura de transportes o conceito de estrada-parque, abordar a existência da estrada-parque em Pirenópolis-GO, falar de suas características construtivas, funcionais e estruturais no âmbito dos estudos da engenharia, aliando às condições históricas com as metodologias de construção.

A realização do presente estudo permitiu atingir o seu objetivo principal, mediante realização dos relatos das condições históricas e culturais do pavimento com PDM; das discussões sobre o conceito de estrada-parque, classificações existentes de rodovias tradicionais e breve histórico dos tipos de pavimentos, suas funções e aplicações; comparações, com efeito de destacar e aliar os benefícios da pavimentação com emprego de PDM a sustentação da criação da proposta estrada-parque; e a proposição da pavimentação da estrada-parque Serra dos Pireneus, através da pavimentação com PDM, utilizando os resíduos da Pedreira da Prefeitura.

Assim, aponta-se que a metodologia utilizada para o referido estudo, a qual fez uso de pesquisas bibliográficas, realizou-se entrevistas semi-estruturadas com profissionais do turismo local, engenheiros, moradores da região e representantes de órgãos públicos, além de visitas técnicas e registro de experiências pelos autores em desenvolvimento de estradas especiais, utilizou-se também todo aparato científico, com vistas ao alcance do objetivo proposto, o qual era sugerir uma solução para a tão necessária conservação do meio ambiente aliado a tentativa de contribuir socioeconomicamente a população moradora de Pirenópolis.

Tem-se que, apesar da dificuldade do desenvolvimento efetivo da metodologia do estudo devido à situação de pandemia a qual se vive, o objetivo proposto para o referido estudo foi alcançado. Ele permitiu identificar a relação dos impactos ambientais e o progresso de aproveitamento racionalizado, apontando aspectos sociológicos e ecológicos os quais influenciam grandemente na implementação pavimentação PDM na Estrada-Parque Pireneus.

Por fim, apresentam-se como sugestões para trabalhos futuros, as seguintes proposições: a avaliação de tolerância de material fino na faixa granulométrica da camada de assentamento, bem como sua natureza mineralógica e correlacioná-la com a incidência de

patologias no pavimento intertravado ao longo de seu horizonte de projeto, o aprofundamento no estudo do desenvolvimento científico da metodologia de dimensionamento de pavimentos intertravados, visando torná-lo de cunho racional ao invés de empírico como verificou-se nas metodologias disponíveis atualmente no Brasil, apresentadas neste trabalho, o estudo comparativo do emprego da solução blocos de concreto e de pedras irregulares, a fim de concluir se o tamanho irregular das pedras, e seu alinhamento, pode interferir na resistência final do pavimento e principalmente estudos afim de padronizar uma normatização técnica para execução do pavimento com PDM, com os materiais e técnicas a serem adotadas, com ensaios de resistência e caracterização.

## REFERÊNCIAS

ABIRROCHAS. **O Setor Brasileiro de Rochas Ornamentais** | Geól. Cid Chiodi Filho. Julho/2018

Agência Goiana de Desenvolvimento Industrial e Mineral - AGIM. **Diagnóstico do Setor Mineral Goiano**. Convênio MME/SMM/DNPM/AGIM, Goiânia, 2002. 137 p.

ALENCASTRE, José Martins Pereira de. **Anais da província de Goiás**. Goiânia: Convênio SUDECO/Governo de Goiás, 1979.

ALMEIDA, Miriam de Lourdes. **A cidade de Pirenópolis e o impacto do tombamento**. 2006. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2006. Disponível em: [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/3493/1/Miriam%20de%20Lourdes%20Almeida\\_Parte1.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/3493/1/Miriam%20de%20Lourdes%20Almeida_Parte1.pdf). Acesso em: 06 maio 2021.

ALECRIM, Adson Viana. **Estudo do Resíduo de Quartzito Foliado para Emprego em Estruturas de Pavimentos**. 2009. 171 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-08092010-124250/en.php>. Acesso em: 2 nov. 2021.

ARAÚJO, Janaína das Graças. **Influência de adições minerais pozolânicas e de finos de pedra na propriedades mecânicas e da microestrutura do concreto auto adensável**. 2007. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tde/675/1/dissertacao%20janaina%20parte%201.pdf>. Acesso em 05 de maio de 2021.

BAHL, Miguel (org). **Perspectivas do turismo na sociedade pós-industrial**. São Paulo: Roca, 2003.

BERNUCCI, Liedi Bariani. et al. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2006

BRANCO, P. de M. **Dicionário de Mineralogia e Gemologia**. São Paulo, Oficina de Textos, 2008.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Anuário Mineral Brasileiro: **Principais Substâncias Metálicas** / Coord. Geral Wagner Fernandes Pinheiro, Osvaldo Barbosa Ferreira Filho, Carlos Augusto Ramos Neves; Equipe Técnica por Marina Marques Dalla Costa... [et. Al.]; – Brasília: DNPM, 2016.

BRASIL, **Lei 277**. Art.59 do Decreto Lei 277 de 28.02.67.

\_\_\_\_\_, **Lei 10.321/87**. art. 2º da Lei 10.321/87.

BRASIL. **Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior**. Disponível em: [aliceweb.desenvolvimento.gov.br](http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br)

\_\_\_\_\_. **Lei n. 12.651**, de 12 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Lex: coletânea de legislação, edição federal. São Paulo, Saraiva: 2016.

CACHOEIRAS DOS DRAGÕES. Disponível em: [www.cachoeirasdosdragoes.com.br](http://www.cachoeirasdosdragoes.com.br). Acesso em: 06 de maio de 2021.

CARVALHO, Adelmo de. **Pirenópolis: Coletânea 1727 a 2000: história, turismo e curiosidades**. Goiânia: Kelps, 2001.

CARVALHO, Leandro. "**Colonização do Brasil**"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/historiab/colonizacao-brasil.htm>. Acesso em 02 de junho de 2021.

COELHO, F. L.; GUZZO, P. L.; SHINOHARA, A. H.; SANTOS, E. J. P. e ROLIM, T. L. **Usinagem e análise dimensional de protótipos de sensores de pressão a quartzo de estrutura monolítica**. In: IV Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, Recife, p. 1-10 2001.

COSTA, F. L.; GUZZO, P. L.; SHINOHARA, A. H.; SANTOS, E. J. P. e ROLIM, T. L. (2006). **Usinagem e análise dimensional de protótipos de sensores de pressão a quartzo de estrutura monolítica**. In: IV Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, Recife, p. 1-10 (cd-room).

CURADO, Glória Grace. **Pirenópolis, uma cidade para o turismo**. Goiânia. Oriente, 1980.

CNUMAD, **Conferência Rio-92 sobre o meio ambiente do planeta: desenvolvimento sustentável dos países**. 1992.

D'ABADIA, Maria Idelma Vieira; VALVA, Milena D'ayala; CURADO, João Guilherme da Trindade. **Pirenópolis/GO: de antigas Minas de Nossa Senhora do Rosário a circuito de turismo nacional**. Dimensões - Revista de História da UFES • Vitória • n. 46 • 2021 • p. 196-216 • ISSN: 2179-8869

DA SILVA, Sirlene Alves. **SOB A LUZ DO LUAR: Natureza e religiosidade na Festa do Morro dos Pireneus/Pirenópolis-Go (1927-2019)**. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Goiás. Goiás. 2020.

DELPRETE, P. G., V. L. GOMES-KLEIN, B. E. LUTZ DE MOURA, C. H. MONTEIRO, M. A. CURADO DA COSTA, G. VEIGA BOTTA, B. C. DE MELLO PASCHOAL, C. FERREIRA HALL, J. R. OZEAS SANTANA, I. OSSAMI DE MOURA; M. A. SCHLICWE. **Checklist preliminar das fanerógamas da Serra dos Pireneus, Pirenópolis, Goiás**. Poster no. 171. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA. 55., 2004. Viçosa. Disponível em: <[https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-25112008103815/publico/Lorrayne\\_Bosquetti.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-25112008103815/publico/Lorrayne_Bosquetti.pdf)>. Acesso em: 18 maio. 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DENIT) **Manual de Implantação Básica de Rodovia**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de pavimentação**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006.

DNPM. **Estatística mineral por substância - Quartzo**. In: **Anuário Mineral Brasileiro 2020**. Departamento Nacional de Produção Mineral, Brasília.

EIA/RIMA - Agência Goiana de Transportes e Obras - **AGETOP Zoneamento Ecológico-Econômico da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno**. Fase I. / Coordenado por Cássio Roberto da Silva. – Rio de Janeiro: CPRM / EMBRAPA / SCO-MI, 2003.

FALEIRO, Flávio Fernandes. **Aspectos Da Mineração E Impactos Da Exploração De Quartzito Em Pirenópolis-Go**. In *Ateliê Geográfico Goiânia-GO* v. 4, n. 11 agosto/2010.

FALEIRO, Flávio Fernandes *et al.* ASPECTOS DA MINERAÇÃO E IMPACTOS DA EXPLORAÇÃO DE QUARTZITO EM PIRENÓPOLIS-GO. *Ateliê Geográfico*: Revista eletrônica, Goiânia, p. 148-162, ago. 2010. Quadrimestral. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/bitstream/ri/1185/1/16655-68219-1-PB.pdf>. Acesso em: 06 maio 2021.

FRAZÃO E.B. & PARAGUASSU A.B. 1998. **Materiais rochosos para construção**. In: Oliveira A.M.S., Brito S.N.A. (eds.). *Geologia de engenharia*, São Paulo, Associação Brasileira de Geologia de engenharia (ABGE), p. 331-342. ISBN 9788572700021

GOIÁS. Cte - Centro Tecnológico de Engenharia Ltda. Agma - Agência Goiana de Meio Ambiente (ed.). **EIA-RIMA dos acessos ao parque dos Pireneus**. Goiânia, 2005. 308 p. Disponível em: <http://www.pirenopolis.tur.br/arquivo/Relatorio%20EIA.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2021.

GODINHO, Dalter Pacheco G. **Pavimento intertravado: uma reflexão na ótica da durabilidade e sustentabilidade**. Dissertação de Mestrado, UFMG, 2009.

GEONOMOS. **Análise Da Atividade Minerária Do Quartzito Na Comunidade Quilombola Sumidouro, Queimada Nova – Piauí**. Belo Horizonte: Geonomos, v. 1, 02 jun. 2017. Semestral. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/revistageonomos/article/view/11639/8377>. Acesso em: 06 maio 2021.

GODINHO, Dalter Pacheco. **Pavimento intertravado: uma reflexão sobre a ótica da durabilidade e sustentabilidade**. 2009. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

HACHMANN, Lucas Adrian. **Estudo De Viabilidade Técnica E Econômica Do Pavimento Poliédrico Em Rodovias Rurais**. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

JAYME, Jarbas. **Esbôço Histórico de Pirenópolis**, Pirenópolis: Ed. Estado de Goiás, 1971.

\_\_\_\_\_, Jarbas, JAYE, José Sisenando. **Casas de Pirenópolis**, Goiânia: Ed. UCG, 2002.

**LABTEC Rochas. Cpmtec|igc|UFMG** Caracterização tecnológica de. ROCHAS com aplicação ornamental ou de revestimento. **2020**.

LEINZ, V & Campos, J.E.S. **Guia para determinação de minerais**. Companhia Editorial Nacional. São Paulo. 10ª Edição. 1986.

LIMA, Elder Rocha. **Guia sentimental da cidade de Pirenópolis** / Elder Rocha Lima. \_\_\_ Goiânia, GO: IPHAN / 14ª Superintendência Regional, 2010.

LOCAL GUIDES CONNECT. [www.localguidesconnect.com](http://www.localguidesconnect.com). **General Discussion, 2019**.

Disponível em: <<https://www.localguidesconnect.com/t5/General-Discussion/Pico-dos-Pirineus/td-p/2007992>>, acesso em 20 de outubro de 2021.

MALLIAGROS, T.G.; FERREIRA, C.P. **Investimentos, fontes de financiamento e evolução do setor de infra-estrutura no Brasil: 1950-1996**. Rio de Janeiro: Escola de Pós-Graduação em Economia/FGV. Disponível em: <<http://www2.fgv.br/professor/ferreira/FerreiraThomas.pdf>>. Acesso em: 15/5/2021.

**MANUAL DE PAVIMENTAÇÃO**. Primeira Edição: 1960. Segunda Edição: 1996. Revisão: DNIT / Engesur.2006.

MARTINS, Frank Martins. CIDADES. **Mascarados furam isolamento e vão às ruas de Pirenópolis**. <https://www.opopular.com.br/noticias/cidades/mascarados-furam-isolamento-e-v%C3%A3o-%C3%A0s-ruas-de-piren%C3%B3polis-mesmo-com-cavalladas-canceladas-assista-1.2062382>. Acesso em 06 de maio de 2021.

MELO, R.A. **Avaliadores, notas e qualidade de pavimentos**. São Carlos. 107 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlo, Universidade de São Paulo, 1998.

MINEROPAR, **Paralelepípidos e alvenaria poliédrica manual de utilização**, Curitiba, 1983

MOREIRA, Simone de Paula. **Purificação de silício metalúrgico por fusão zonal horizontal em forno de feixe de elétrons**. 2009. 325 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, Engenharia de Materiais, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

NAVARRO, G.R.B. & ZANARDO, A. **Tabela de Determinação de Minerais**. Rio Claro, São Paulo, Brasil. 2018.

NBR7207 DE 09/2014 - **Terminologia e classificação de pavimentação**. 2014.

NBR15953 DE 05/2011 - **Pavimento intertravado com peças de concreto - Execução**. 2011.

NOGUEIRA, Carla. JÚNIOR, Élio. **Expedição andando por aí**. 2014. Disponível em [/www.expedicaoandandoporai.com](http://www.expedicaoandandoporai.com). Acesso em 05 de maio 2021.

OLIVEIRA A.M.S., Brito S.N.A. (eds.). **Geologia de engenharia**. São Paulo, Associação Brasileira de Geologia de engenharia (ABGE). 2018.

OLIVEIRA, Adriana Mara Vaz. Uma ponte para o mundo goiano do século XIX: um estudo da casa meia-pontense. Goiânia: Agepel, 2001.

PORTAL DE TURISMO DE PIRENÓPOLIS. **Parque Estadual dos Pireneus**. Disponível em: <https://pirenopolis.tur.br/turismo/atrativos/atrativos-naturais/parque-dos-pireneus>. Acesso em: 30 de maio. 2021.

Projeto Pirenópolis (GO) – **Ordenamento, Gestão Ambiental e Melhorias Tecnológicas da Atividade Minerária** – Projeto BRA/84/016. Fundação Alexander Brandt, abril/1997

REVISTA PROJETO, 104. Arco Editorial LTDA - CNPJ: 68.941.590/0001-90 © **Revista Projeto** 2021

RESENDE, P. **Mais uma reserva particular foi criada em Pirenópolis**. G1 15/08/2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/go/goias/noticia/2019/08/15/pirenopolis-ganha-mais-uma-reserva-particular-do-patrimonio-natural-e-forma-mosaico-de-protecao-da-serra-dos-pireneus.ghtml>. Acesso em: abr. 2021.

REZENDE, Ana Maria Nogueira. **FLUXOS GLOBAIS NO SÉCULO XVIII – A PRODUÇÃO DO MODUS VIVENDI E OPERANDI NO ENTORNO DA ESTRADA REAL PICADA DE GOIÁS**. 2017. 320 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017. Cap. 1. Disponível em: <https://docplayer.com.br/73579938-Fluxos-globais-no-seculo-xviii-a-producao-do-modus-vivendi-e-operandi-no-entorno-da-estrada-real-picada-de-goias.html>. Acesso em: 08 dez. 2021.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. **Tipos de vegetação do Bioma Cerrado**. [s.l.]: EMBRAPA, 2001. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01\\_23\\_91\\_1200585232.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_23_91_1200585232.html). Acesso em: abr. 2021.

ROCHA, L. G. M.; DRUMMOND, J. A.; GANEM, R. S. **Parques nacionais brasileiros: problemas fundiários e alternativas para sua resolução**. Revista de Sociologia Política, Curitiba, v. 18, n. 36, 2010.

SANTANA, H. **Manual de Pré-Misturados a Frio**. IBP/ Comissão de Asfalto. Rio de Janeiro, RJ, 1993.

SIQUEIRA, Josafá Carlos de. **Pirenópolis: identidade territorial e biodiversidade**. Rio de Janeiro: Loiola, 2004.

SOUSA, A. (coord). **Plano de Manejo do Parque Estadual dos Pireneus – Fase 1**. Pirenópolis, 2005.

SOUZA, M. L. de. **Pavimentação rodoviária**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Ed., 1980.

SKOOG, D.A.; HOLLER, F.J; NIEMAN, T. A. **Princípios de análise instrumental**. 5ª ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2002.

THOMÉ FILHO, Jamilo José. MORAES, Juliana Maceira. DE PAULA, Thiago Luiz Feijó. **Geoparque Pireneus – GO: proposta – SIG Mapa**. Goiânia: CPRM, 2010. (Projeto Geoparques) VII, 51 f.: il.

TRAVEL CLASS. [www.travelclass.tur.br](http://www.travelclass.tur.br). Pacotes de Viagens, 2021. **Disponível em:** <<https://www.travelclass.tur.br/pacotes-de-viagens/para-goias/pirenopolis-travessia-dos-pireneus>>, acesso em 20 de outubro de 2021.

TRIGO, Luiz Gonzaga Godoi. **Turismo básico**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 1998.

VELOSO, Norwil. **A Era das Máquinas - A Evolução do Asfalto**: Revista M&T. 2016; Disponível em: <<http://www.revistamt.com.br/Materias/Exibir/a-evolucao-do-asfalto>>. Acesso em 31 de março de 2021.

VIDAL. Francisco Wilson Hollanda (Rio de Janeiro). Ministério de Minas e Energia (ed.). **Tecnologia de rochas ornamentais: pesquisa, lavra e beneficiamento**. Rio de Janeiro: Cetem/McTi, 2013. 700 p. Financiado pela Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – SGM.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA



**PROJETO DE PESQUISA:** Pavimentação com “Pé-de-Moleque”: Condição Histórica e viabilidade para Estrada Parque dos Pireneus

**ORIENTADOR:** Prof. Mestre Carlos Eduardo Fernandes

**ORIENTADOS:** Ana Clara Amâncio e Danillo Siqueira Caixeta da Silva

### QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

- 1) NOME COMPLETO: \_\_\_\_\_
- 2) NATURALIDADE: \_\_\_\_\_
- 3) TRABALHA NA CIDADE DE PIRENÓPOLIS?    ( ) Sim    ( ) Não
- 4) QUAL SUA ÁREA DE ATUAÇÃO?
 

( ) turismo	( ) construção civil	( ) servidor público	( ) agropecuarista
( ) extração e beneficiamento do quartzo	( ) arte e cultura	( ) comércio geral	
- 5) QUAL SUA EXPERIÊNCIA SOBRE A PAVIMENTAÇÃO COM PÉ DE MOLEQUE:
 

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

  - a) Alguma vez trabalhou diretamente na implantação desta pavimentação?    ( ) Sim    ( ) Não.  
Se sim, qual data e local específico de sua atuação? \_\_\_\_\_
  - b) Quais conhecimentos adquiriu? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_
- 6) CONHECE A CONCEITUAÇÃO DE ESTRADAS-PARQUE?
 

( ) sim	( ) não	( ) conheço superficialmente	( ) conheço bem
---------	---------	------------------------------	-----------------



**8) QUAL SEU ENTENDIMENTO ACERCA DA ESTRADA-PARQUE DOS PIRENEUS?**

nunca ouvi falar       já ouvi falar       entendo superficialmente       entendo bem

**a)** Tem ciência das ações de implantação desta estrada?  Sim  Não.

**b)** Teve alguma participação nestas ações?  participei indiretamente  não participei  participei diretamente nos projetos de implantação.

**c)** Se participou dos projetos de implantação, como foi sua participação? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**9) PARTICIPOU DE ALGUM EVENTO HISTÓRICO CULTURAL, ESPORTIVO OU DE AVENTURA NA REGIÃO DOS PIRENEUS?**  Sim  Não

Se sim, quais: \_\_\_\_\_

**10) VOCÊ É A FAVOR DA PAVIMENTAÇÃO DA ESTRADA-PARQUE?**  Sim  Não

Se **sim** por quê?  melhorará o tráfego  impulsionará a economia local  
 fomentará o desenvolvimento do turismo da região  facilitará o acesso de moradores da Serra  diminuirá o processo de assoreamento dos cursos d'água

Se **não**, por quê?  aumentará a velocidade do tráfego de veículos  aumentará o fluxo de veículos  aumentará o adensamento urbano  elevará a especulação imobiliária  degradará o meio ambiente

**11) A ESTRADA DOS PIRENEUS É IMPORTANTE PRA VOCÊ?**  Sim  Não.  
 Porque? \_\_\_\_\_

Você utiliza a estrada com frequência?  Sim  Não.

Você depende do bom estado da estrada?  Sim  Não.

Se a estrada em bom estado, qual ou quais motivos mais cruciais que justificam esta dependência?  
 facilitará o acesso aos empreendimentos turísticos  favorecerá o traslado de minha propriedade até a cidade  diminuirá os desgastes veiculares  fluidez mais efetiva do tráfego de veículos  facilita o deslocamento intermunicipal.

**12) EM SEU PONTO DE VISTA A CONCEPÇÃO DA ESTRADA DEVE SEGUIR ALGUMAS NORMATIVAS ESPECIAIS?**  Sim  Não



Se **sim**, qual ou quais?  lombada com finalidade de redução da velocidade  área de acostamento  delimitar área da via sacra  preservar os aspectos ambientais, culturais e sociais  sinalização turística com valor educativo  inserção da sociedade local na elaboração do projeto proposto  preservação e valorização da paisagem panorâmica

Outros: \_\_\_\_\_.

**13) ATRAVÉS DE QUAL OU QUAIS AÇÕES TEVE CONHECIMENTO E/OU COOPEROU SOBRE A PROPOSTA DA ESTRADA-PARQUE DOS PIRENEUS:**  audiência pública  manifestações sociais  reuniões e eventos  elaboração do projeto

**14) EM SUA OPINIÃO QUAIS SÃO OS BENEFÍCIOS TRAZIDOS PELA PAVIMENTAÇÃO DA ESTRADA-PARQUE?**

---



---



---

**15) EM SEU PONTO DE VISTA QUAIS SÃO OS PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS DA PAVIMENTAÇÃO DA ESTRADA-PARQUE?**

---



---



---



---

**16) EM SUA ANÁLISE QUAIS OS PRINCIPAIS PONTOS A SEREM OBSERVADOS NA IMPLANTAÇÃO DESTA PAVIMENTAÇÃO?**

---



---



---



---

**17) TERIA ALGUMA SUGESTÃO OU CRÍTICA SOBRE A PAVIMENTAÇÃO DA ESTRADA-PARQUE DOS PIRENEUS?**

---



---



---



---

**18) VOCÊ POSSUI DOCUMENTOS QUE POSSAM CONTRIBUIR COM ESTA PESQUISA?**

---



**19) DESEJA FAZER OUTRAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O TEMA?**

---

---

---

**20) ESTE QUESTIONÁRIO POSSUI CUNHO ACADÊMICO, VOLTADO PARA PESQUISA METODOLÓGICA. AUTORIZA CASO NECESSÁRIO, A PUBLICAÇÃO DO CONTEÚDO DESTA ENTREVISTA, BEM COMO OUTROS DOCUMENTOS RELACIONADOS A PAVIMENTAÇÃO DA ESTRADA PARQUE DOS PIRENEUS, COMO TAMBÉM À PAVIMENTAÇÃO COM PÉ-DE-MOLEQUE, QUE PERTENCE OU EVOLVA SUA PESSOA?**  
( ) Sim ( ) Não.

ASSINATURA: \_\_\_\_\_

CIDADE: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_