



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PORTO NACIONAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA  
MESTRADO EM GEOGRAFIA**

**LUIZ RICARDO FERREIRA ALVES**

**ASPECTOS DA PAISAGEM CÁRSTICA DO ENTORNO DO RIO  
AZUIS, TOCANTINS: CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA E  
CONTRIBUIÇÕES PARA GESTÃO AMBIENTAL**

**PORTO NACIONAL – TO  
2018**

**LUIZ RICARDO FERREIRA ALVES**

**ASPECTOS DA PAISAGEM CÁRSTICA DO ENTORNO DO RIO  
AZUIS, TOCANTINS: CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA E  
CONTRIBUIÇÕES PARA GESTÃO AMBIENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Geografia da Fundação Universidade Federal do Tocantins - UFT, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia.

**Orientador:** Prof. Dr. Fernando de Morais

**Linha de pesquisa:** Análise e Gestão Geo-Ambientais

**PORTO NACIONAL – TO  
2018**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

A474p Alves, Luiz Ricardo Ferreira .

Paisagem cárstica do entorno do rio Azuis, Tocantins:: caracterização geomorfológica e contribuições para a gestão ambiental . / Luiz Ricardo Ferreira Alves. – Porto Nacional, TO, 2018.

150 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Porto Nacional - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Geografia, 2018.

Orientador: Fernando de Moraes

1. Carste. 2. Paisagem. 3. Rio Azuis. 4. Gestão Ambiental. I. Título

**CDD 910**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

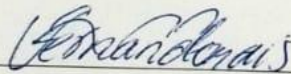
LUIZ RICARDO FERREIRA ALVES

**ASPECTOS DA PAISAGEM CÁRSTICA DO ENTORNO DO RIO AZUIS,  
TOCANTINS: CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA E  
CONTRIBUIÇÃO PARA GESTÃO AMBIENTAL**

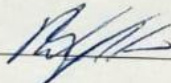
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Câmpus de Porto Nacional, como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Aprovada em: 23 de março de 2018.

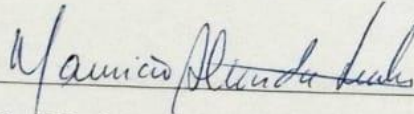
**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Fernando de Moraes (Orientador)  
Universidade Federal Tocantins - UFT



Prof. Dr. Rodolfo Alves da Luz  
Universidade Federal Tocantins - UFT



Prof. Dr. Mauricio Alves da Silva  
Universidade Federal Tocantins - UFT

Porto Nacional - TO  
2018

*À minha esposa Carla Salim Tosta, com amor, admiração e gratidão pela paciência e compreensão, presença e todo apoio durante o processo de elaboração deste trabalho.*  
*À minha mãe Maria Eliete Ferreira Alves e em memória do meu pai Luiz Alves Torres, que sempre me apoiaram.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela graça e oportunidade, pelas dificuldades expostas, pelas alegrias vividas e experiências adquiridas.

A minha esposa Carla, que em todos os momentos esteve presente, com muita paciência, e sempre disposta a me ajudar.

A minha mãe Maria Eliete Ferreira Alves e em memória do meu pai Luiz Alves Torres, e meus irmãos: Flávia e Robson, obrigado pelo carinho, apoio e paciência em todo processo de desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Dr. Fernando de Moraes, primeiramente por me escolher como orientando e por toda sua competência e seriedade em me orientar. Pelos ensinamentos, dicas e discussões, por suas experiências vividas e compartilhadas. Pelos conselhos e broncas, obrigado.

As minhas colegas de mestrado Laurecy, pelo acolhimento em sua residência em um momento muito complicado de início do mestrado e Jobherlane, pelo carinho, desabafos, trocas de experiências, discussões e por sua amizade.

Ao Raoni, pelas retiradas das dúvidas e dicas na elaboração dos mapas no laboratório de geoprocessamento, além da disponibilidade de materiais.

Ao Wendel, ex-aluno de ensino médio e graduando de geografia, a quem tenho muito carinho e admiração. Pelo respeito e amizade que cultivamos, obrigado pelo apoio nos trabalhos de campo, pelas trocas de experiências e conversas sobre as “coisas” da vida.

Ao Péricles, pelas conversas de laboratório e discussões na elaboração dos mapas.

A Leticia, que tive o prazer de conhecer, obrigado por suas orientações na elaboração dos mapas, pelas dicas, pelos ensinamentos e trocas de experiências.

Ao professor Dr. Rodolfo, por ter possibilitado assistir suas aulas de SIG como ouvinte, pelas contribuições nas bancas do projeto de pesquisa e qualificação, pelas orientações na elaboração dos mapas e sugestões para o enriquecimento da minha pesquisa. Sua esposa, Marta pelo apoio na elaboração do mapa de uso e ocupação e pelos ensinamentos referentes ao ajuste de reflectância das imagens de satélite.

A Ana Eliza, pelo apoio nas correções das normas da ABNT, e a Mellis pela ajuda nos resumos em língua estrangeira além das dicas e sugestões.

Aos membros da banca por aceitaram participar desse processo de avaliação e a

coordenação do programa pelos esclarecimentos e apoio.

A Prefeitura Municipal de Aurora do Tocantins, aos moradores, aos proprietários rurais e aos donos dos estabelecimentos comerciais, pelo fornecimento das informações que possibilitaram a realização deste trabalho.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram nesse processo e os que possa ter esquecido de mencionar, não reduzindo a sua importância.

*Porto Nacional, março de 2018.  
Luiz Ricardo Ferreira Alves*

**RESUMO**

O entorno do rio Azuis é considerada a de maior importância espeleológica do estado do Tocantins, e possui esse nome por apresentar águas cristalinas e com tons azulados. Tais características se relacionam por situar em uma área cárstica. As paisagens cársticas estão expostas, de forma direta e indireta, às diversas ações humanas, resultando em sua degradação, podendo afetar até mesmo além de seus limites. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar a paisagem cárstica no entorno do rio Azuis, propondo reflexões sobre sua dinâmica na conjunção Físico-Social. A proposta da pesquisa visa a caracterização das feições cársticas do entorno do rio Azuis, identificando as dinâmicas na paisagem geradas pela evolução histórica da ocupação e a contextualização física do ambiente, além da produção de um mapa geomorfológico do carste com escala detalhada (1:25.000) para identificação de suas feições, buscando o entendimento das características físicas da área a partir da tríade materiais – processos – formas, além de levantar dados para um diagnóstico e gestão ambiental. Para tanto, foram realizados trabalhos de campo com o intuito de analisar e descrever a paisagem, como esta tem sido transformada pelas ações humanas e seus processos atuantes, além de aplicação de entrevistas do tipo semiestruturada aos moradores locais. Várias feições cársticas foram identificadas, expostas a várias ações humanas, comprometendo sua dinâmica natural. Foram encontrados inúmeros problemas no que diz respeito a ausência de gestão ambiental, não apenas pelo fato da presença de atividade turística, como também várias outras atividades, e com base na percepção dos moradores, a paisagem sofreu e ainda sofre inúmeras mudanças que afetam o Azuis e o sistema cárstico em geral. É necessário a execução de um Plano de Manejo que vise todos os cuidados referentes as questões ambientais amparadas na legislação ambiental, juntamente com fiscalização dos órgãos responsáveis. O mapa geomorfológico do carste proporcionou uma análise detalhada dos elementos do relevo, priorizando suas feições estruturais, o qual possibilitou descrever os processos atuantes. Portanto, mesmo sendo reduzido o recorte espacial de estudo, é uma área que apresenta grandes potencialidades espeleológica, geomorfológica e turística, além de proporcionar inúmeras possibilidades de estudo futuros no contexto da Geografia Física, não somente o município de Aurora do Tocantins, mas sim toda a região sudeste do Estado do Tocantins.

**Palavras-chave:** Carste; Paisagem; Rio Azuis; Gestão Ambiental.



## **ABSTRACT**

River Azuis is neighbours one of the most speleological importance area in the state of Tocantins, and this name azuis blue is reference to crystalline waters and blue tones waters. Such characteristics are related by its location in a karst area. The karst landscapes are exposed, directly and indirectly, to the various human actions, resulting in its degradation, and being able to affect even beyond its limits. Thus, the objective of this work is to analyze the karstic landscape in the surroundings of the river Azuis, proposing reflections on its dynamics in the Physical-Social conjunction. The proposal of this research is identifying the dynamics in the landscape generated by the historical evolution of the occupation and the physical contextualization of the environment, as well as the production of a geomorphological map of karst with detailed scale (1: 25,000) to identify its features, seeking to understand the physical characteristics of the area from the triad materials - processes - forms, in addition to raising data for environmental diagnosis and management. In order to do so, fieldwork was carried out to analyze and describe the landscape, as it has been transformed by human actions and its active processes, as well as the application of semi-structured interviews to local residents. Many karstic features were identified, exposed to various human actions, compromising their natural dynamics. Numerous problems were found regarding the absence of environmental management, not only due to the presence of tourist activity, but also several other activities, and based on the perception of the residents, the landscape suffered and still suffers from numerous changes that affect the Azuis and the karst system in general. It is necessary to implement a Management Plan that addresses all the care related to environmental issues covered by environmental legislation, alongside the supervision of the responsible agencies. The geomorphological map of the karst provided a detailed analysis of the elements of the relief, prioritizing its structural features, which made it possible to describe the active processes. Therefore, it is an area that presents great speleological, geomorphological and tourist potentialities, as well as providing numerous future study possibilities in the context of Physical Geography, not only the municipality of Aurora do Tocantins, but the entire southeastern region of the State of Tocantins.

**Keywords:** Karst; Landscape; Azuis river; Environmental Management.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.....	16
Figura 2 - Mapa de contextualização tectônica da bacia Sanfranciscana. I - Arco Alto Paranaíba; II - Alto do Paracatu; III - Arco do São Francisco. SBU - Sub-bacia Urucuia; SBA - Sub-bacia Abaeté. ....	18
Figura 3 - Características dos solos da área de estudo .....	22
Figura 4 - Características dos solos da área de estudo .....	23
Figura 5 - Compartimentação do carste. ....	27
Figura 6 - Feições exocársticas e aspectos gerais do sistema cárstico. ....	28
Figura 7 - Zonas hidrológicas do carste. ....	31
Figura 8 - Atividades antrópicas, seus efeitos e impactos no carste. ....	32
Figura 9 - Modelo geossistêmico. ....	40
Figura 10 - Unidades taxionômicas.....	44
Figura 11 - Fluxograma proposto por Abreu (1976).....	46
Figura 12 - Fluxograma dos dados cartográficos utilizados e tratamento utilizado.....	47
Figura 13 - Fluxograma da elaboração do mapa geomorfológico. ....	51
Figura 14 - Equipamentos utilizados.....	52
Figura 15 - Imagens Anaglifo georreferenciadas no QGIS.....	52
Figura 16 - Perguntas realizadas durante o campo.....	55
Figura 17 - Localização da área de estudo. ....	59
Figura 18 - Mapa hipsométrico da área de estudo. ....	62
Figura 19 - Mapa de declividade da área de estudo. ....	63
Figura 20 - Mapa geomorfológico da área cárstica do entorno do rio Azuis.....	64
Figura 21 - a - Processo de dolinamento, b – Rocha sulcada de lapiás.....	65
Figura 22 - Sumidouros.....	66
Figura 23 - a - Surgência cárstica: rio Azuis, b – Foz do rio Azuis. ....	66
Figura 24 - Bloco diagrama da área de estudo. ....	69
Figura 25 - Compartimentação de acordo com as maiores ocorrências cársticas.....	69
Figura 26 - Compartimentação de acordo com as maiores ocorrências cársticas.....	70
Figura 27 - Processos erosivos na entrada do balneário do Azuis. ....	71
Figura 28 - Localização da área de estudo. ....	73
Figura 29 - Principais fitofisionomias do cerrado. ....	76
Figura 30 - Pisoteio de gado nas margens do rio Sobrado. ....	77
Figura 31 - Restos de fogueira nas margens do rio Sobrado.....	78
Figura 32 - Presença de pelitos na pavimentação de estradas.....	79
Figura 33 - Presença de manilhas para a passagem de água. ....	79
Figura 34 - Agricultura de subsistência na planície de inundação do rio Azuis. ....	80
Figura 35 - Aumento do volume de água por meio de barramentos no rio Azuis. ....	81
Figura 36 - Fios elétricos expostos próximos ao rio Azuis.....	82
Figura 37 - Atividades antrópicas, seus efeitos e impactos no carste da área de estudo com base em Ford e Williams, 2007 e Hardt, 2008. ....	84
Figura 38 - Localização da área de estudo. ....	88
Figura 39 - Pontos observados em campo.....	92

Figura 40 - Ponto 1 – Área rural com vales secos de drenagem intermitente ao fundo.....	91
Figura 41 - Ponto 2 - Sumidouro.....	92
Figura 42 - Ponto 3 – Dolina de colapso.....	93
Figura 43 - Ponto 4. Presença de manilha para passagem de água.....	93
Figura 44 - Ponto 5 – Balneário do rio Azuis.....	94
Figura 45 - Ponto 5.1 – Cemitério nas proximidades do rio Azuis.....	95
Figura 46 - Ponto 5.2 – Ponte quebrada nas proximidades do rio Azuis.....	95
Figura 47 - Ponto 6 – Área recreativa as margens do rio Sobrado.....	96
Figura 48 - Mata de Galeria as margens do rio Sobrado.....	96
Figura 49 - Dobras nas margens da rodovia.....	97
Figura 50 - Ponto 8 - Porção florestal próxima as dolinas.....	98
Figura 51 - Ponto 9. Ao fundo, desbarrancamento das margens do rio Sobrado.....	98
Figura 52 - Ponto 10 - Drenagem perene (rio Sobrado).....	99
Figura 53 - Ponto 11 - Supressão da vegetação em consequência das ações antrópicas.....	100
Figura 54 - Ponto 12 - Afloramento rochoso de calcário.....	100
Figura 55 - Ponto 13 – Área rural com a presença de atividades de agricultura e pecuária.....	101
Figura 56 - Ponto 14 – Influência da agricultura de pequeno porte com resquícios de Cerrado.....	102
Figura 57 - Ponto 15 - Vegetação típica de Cerrado Sentido Restrito.....	102
Figura 58 - Ponto 16 - Dolinas de contato.....	103
Figura 59 - Localização da área de estudo.....	107
Figura 60 - a –Áreas concretadas, b – Construção de escadarias nas margens do rio Azuis.....	111
Figura 61 - Presença de canaleta para mitigação dos impactos gerados pela pavimentação da estrada.....	112
Figura 62 - Descarte de lixo de forma imprudente.....	113
Figura 63 - Suportes improvisados para evitar a queda das bananeiras.....	114
Figura 64 - Construções antigas (a e c) que foram substituídas por novas construções (b e d).....	116
Figura 65 - Foto tirada por drone da construção do novo estacionamento mais distante do rio.....	118
Figura 66 - Degradação ambiental na construção do novo estacionamento.....	118
Figura 67 - Processos erosivos nas margens da estrada que dá acesso ao rio.....	119
Figura 68 - Processos erosivos na entrada do balneário do Azuis.....	119

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 Objetivos .....	15
1.1.1 Objetivo Geral .....	15
1.1.2 Objetivos Específicos .....	15
<b>2. ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>16</b>
2.1 Localização da área .....	16
2.2 Clima .....	17
2.3 Paisagem vegetal .....	17
2.4. Geologia .....	17
2.5 Geomorfologia .....	20
2.6 Solos .....	21
2.7 Aspectos históricos de uso e ocupação da área .....	24
<b>3. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>25</b>
3.1 Geomorfologia Cárstica .....	25
3.2 Ação antrópica no carste .....	31
3.3 Paisagem.....	33
3.4 Geossistema.....	37
3.5 Cartografia Geomorfológica .....	41
<b>4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>46</b>
4.1 Análise e descrição dos fluxos e processos .....	46
4.1.1 Elaboração dos mapas .....	47
4.1.2 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).....	48
4.1.3 Uso e ocupação.....	50
4.1.4 Mapa morfológico do carste.....	51
4.1.5 Aplicação das entrevistas .....	54
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>56</b>
5.1. Compartimentação geomorfológica e características físicas da área cárstica no entorno do rio Azuis, Aurora do Tocantins – TO.....	56
5.1.1. Resumo.....	56
5.1.2. Abstract .....	56
5.1.3. Introdução.....	57
5.1.4. Área de estudo .....	59
5.1.5. Materiais e Métodos .....	60
5.1.6. Resultados e discussões.....	61

5.1.7. Considerações Finais.....	71
5.2. Análise do uso e ocupação do solo no entorno do rio Azuis – Tocantins.....	72
5.2.1. Resumo.....	72
5.2.2. Introdução.....	72
5.2.3. Área de estudo.....	73
5.2.4. Materiais e Metodologia.....	75
5.2.5. Resultados e Discussão.....	76
5.2.6. Considerações Finais.....	82
5.3. Atividades antrópicas: efeitos e impactos no carste.....	83
5.4. Caracterização da paisagem cárstica no entorno do rio Azuis – Tocantins.....	86
5.4.1. Resumo.....	86
5.4.2. Abstract.....	87
5.4.3. Introdução.....	87
5.4.4. Área de estudo.....	87
5.4.5. Materiais e Metodologia.....	89
5.4.6. Resultados e Discussão.....	89
5.4.7. Considerações Finais.....	103
5.5. Mudanças na paisagem cárstica do entorno do rio Azuis - Tocantins sob a ótica dos moradores locais.....	104
5.5.1. Resumo.....	104
5.5.2. Abstract.....	104
5.5.3. Resúmen.....	105
5.5.4. Introdução.....	105
5.5.5. Área de estudo.....	107
5.5.6. Materiais e Métodos.....	108
5.5.7. Resultados e Discussão.....	109
5.5.8. Considerações Finais.....	120
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>121</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>123</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>140</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>147</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Ao tratar de questões relacionadas com o meio ambiente, principalmente os recursos naturais, surgem discussões e inquietações. Os desequilíbrios gerados com as ações humanas sobre o meio natural afetam a qualidade e a estabilidade ambiental. Nesse sentido, os ecossistemas sofrem alterações ocasionadas por interferências antrópicas, que são proeminentes nas paisagens cársticas por sua fragilidade e vulnerabilidade natural.

As formas de relevo da paisagem cárstica são determinadas pelo intemperismo químico, responsável pela dissolução da rocha. Desse modo, para a compreensão dos impactos gerados no carste é relevante levar em consideração essa questão (GILLIESON, 1996). Seu nome é de origem eslovena, chamada “*krs*” e significa rocha nua, pedregosa e **sem água** (JONES et al., 2003; FORD; WILLIAMS, 2007, grifo nosso).

As feições superficiais e subterrâneas que fazem parte do ambiente cárstico foram geradas durante o Quaternário. A ocorrência de relevos cársticos no Brasil é considerada pequena, onde concentra-se sua maior parte na região sudeste do país, representadas por carbonatos pré-cambrianos essencialmente subhorizontalizados, submetidos à influência de clima sazonal. Ao ser comparado com outros ambientes geomorfológicos, as paisagens cársticas apresentam importantes vestígios paleoambientais (AULER; PILÓ; SAADI, 2005).

Em toda superfície terrestre as regiões cársticas correspondem de 10 a 15%, incluindo rochas aflorantes e subsuperficiais (FORD; WILLIAMS, 2007). Nas rochas solúveis, como calcário, mármore e o dolomito, o carste pode ser encontrado, além de desenvolver-se também em evaporitos (WILLIAMS; FONG, 2008).

Vários impactos podem ser identificados nesse tipo de terreno, como mostra Williams (1993<sup>1</sup> apud HARDT, 2008) alguns dos principais: ocupação das cavernas, desflorestamento, uso agrícola, exploração de água, mineração, urbanização, atividades militares, turismo e recreação.

As áreas cársticas apresentam vulnerabilidade elevada no que se refere a poluição e riscos geológicos. São importantes no contexto geológico, paleoclimático e paleontológico, assim como no interesse econômico, por possuírem recursos minerais e hídricos (SALLUN FILHO; KARMANN, 2007).

---

<sup>1</sup> WILLIAMS, P. W. **Karst Terrains**: Environmental changes and human impact. Cremlingen-Destedt: Catena-Verlag, 1993. p. 251-268. (Catena Supplement 25).

Essas paisagens necessitam de muitos cuidados e proteção, partindo-se de ações públicas e privadas, que busquem estratégias de conservação e uso sustentável para esses locais (TRAVASSOS, 2010).

As paisagens cársticas estão expostas, de forma direta e indireta, às diversas ações humanas, resultando em sua degradação, podendo afetar até mesmo além de seus limites. Observam-se, ao estudar essas áreas, os possíveis fatores responsáveis por sua dinâmica: os naturais, e principalmente os humanos.

O município de Aurora do Tocantins apresenta uma grande quantidade de cavernas, destacando seu potencial espeleológico. Essa região contém uma ampla quantidade de maciços rochosos, cavidades, além de feições como dolinas e fendas calcárias, expostas a inúmeras intervenções antrópicas como pastagens e agricultura (MORAIS, 2012).

O rio Azuis localiza-se na região considerada de maior importância espeleológica no estado do Tocantins, possui esse nome por apresentar águas cristalinas e com tons azulados. Tais características são resultados dos processos cársticos.

Há a necessidade de se estudar o entorno do rio Azuis por ser uma feição cárstica com elevada fragilidade e por estar exposta aos inúmeros distúrbios antrópicos. Comparados com outros sistemas, os ambientes cársticos são peculiares e possuem elevada vulnerabilidade às interferências antrópicas (MORAIS; SILVA, 2014). As atividades turísticas, por exemplo, a despeito de trazer desenvolvimento, têm provocado muitas alterações nas paisagens cársticas (DAY, 2007).

Quando há referência ao carste, são encontrados vários estudos feitos em outras regiões do país, porém na porção Centro-Sul do Tocantins, distante das grandes cidades e centros de pesquisa, poucos estudos têm sido realizados. Até o presente momento, há uma quantidade pequena de trabalhos realizados no estado do Tocantins, sendo que em nenhum deles foi adotada a metodologia selecionada para esta pesquisa (MORAIS; SOUZA, 2009).

Ao se tratar das ações humanas no ambiente, não se pode desconsiderar os riscos provocados pela contaminação, poluição, desmatamentos, entre outros aspectos que possam comprometer o ambiente cárstico e conseqüentemente oferecer riscos à população (SILVA; MORAIS, 2014).

Ao identificar as alterações nas áreas cársticas, há a possibilidade de mitigar seus impactos além de propor uma gestão adequada dessas áreas. Assim, o trabalho buscou por meio de uma análise detalhada, uma abordagem que considere tanto o meio físico quanto social.

O desenvolvimento desse trabalho visa contribuir para um melhor conhecimento da paisagem por meio de sua caracterização, servindo como suporte à elaboração de diretrizes e subsídios voltados para uma gestão apropriada, possibilitando uma relação mais equilibrada do meio natural e humano, tendo critérios adequados que proporcionem menor dano ao ambiente a partir de diferentes atividades humanas.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Analisar a paisagem cárstica no entorno do rio Azuis, Tocantins, propondo reflexões sobre sua dinâmica na conjunção Físico-Social.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar as feições cársticas do entorno do rio Azuis.
- Identificar as dinâmicas nas paisagens geradas pela evolução histórica da ocupação além da contextualização física do ambiente.
- Produzir um mapa morfológico do carste com escala detalhada de 1:25.000 para identificação de suas feições, buscando o entendimento das características físicas da área a partir da tríade materiais – processos – formas.
- Levantar os dados e fazer um diagnóstico para a gestão (questões ambientais).



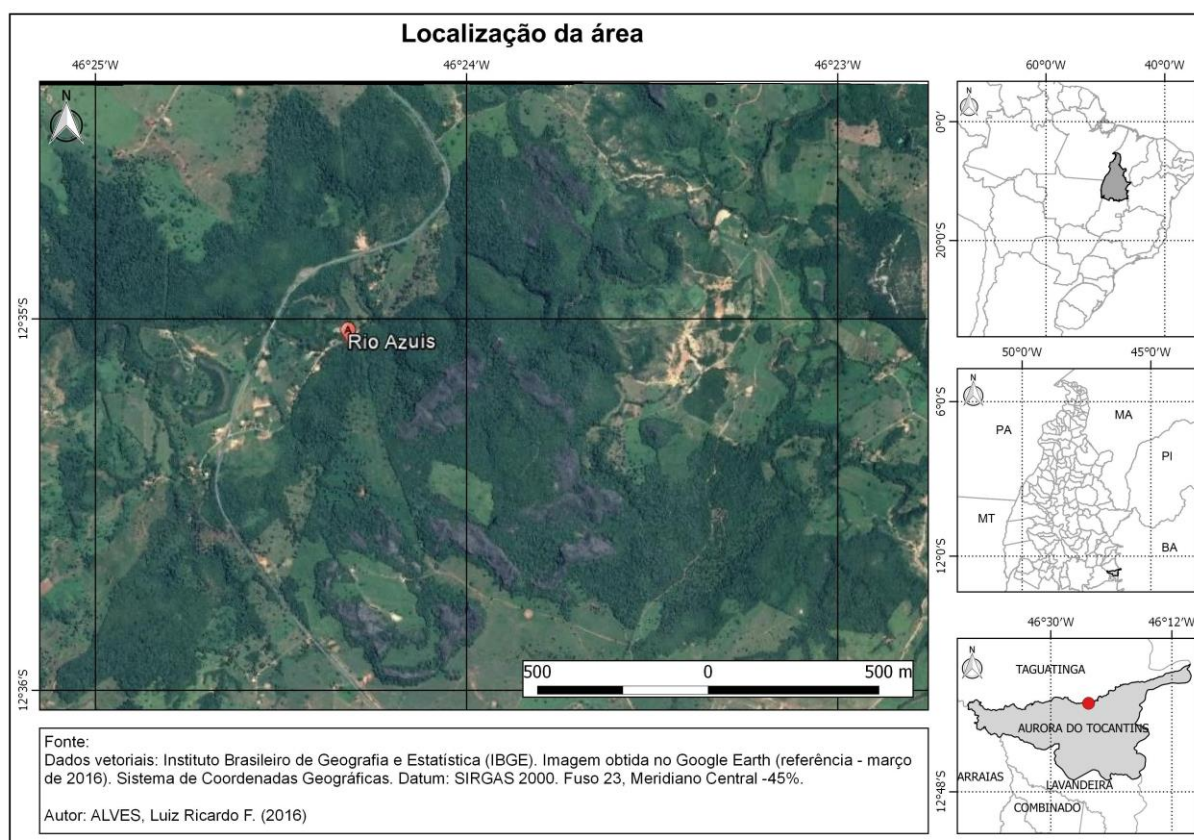
## 2. ÁREA DE ESTUDO

### 2.1 Localização da área

A área de estudo localiza-se na porção sudeste do estado do Tocantins a 15,5 km da sede do município de Aurora do Tocantins e 562 km da capital Palmas, e abrange o entorno do rio Azuis, onde situam a maioria das rochas carbonáticas, perfazendo um total de 21,364 km<sup>2</sup> (Figura 1). Segundo Morais (2013), é uma surgência cárstica com apenas 137 m de extensão e possui atributos cênicos que atraem as atividades turísticas.

O município de Aurora do Tocantins se caracteriza por maciços calcários aflorados com morfologia adequada à presença de cavidades e outras feições cársticas, além da presença de cavernas com dimensões consideráveis, onde várias delas apresentam uso turístico, ainda que não haja plano de manejo para tais atividades (SILVA, 2012).

**Figura 1** - Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

## **2.2 Clima**

O rio Azuis é pertencente ao município de Aurora do Tocantins, e está situado em uma região que apresenta um período seco bem definido com ausência total de chuvas por até quatro meses em algumas localidades (PINTO, 2013). No estado do Tocantins, no período úmido os maiores valores pluviométricos estão distribuídos na porção centro-oeste e no extremo sudeste (MARCUIZZO; GOULARTE, 2013).

A área de estudo apresenta clima subúmido seco com moderada deficiência hídrica no inverno (SEPLAN, 2008). Suas precipitações médias anuais estão entre 1400 e 1600mm e temperatura média anual variando entre 25 e 27 °C (SEMARH-TO, 2015).

## **2.3 Paisagem vegetal**

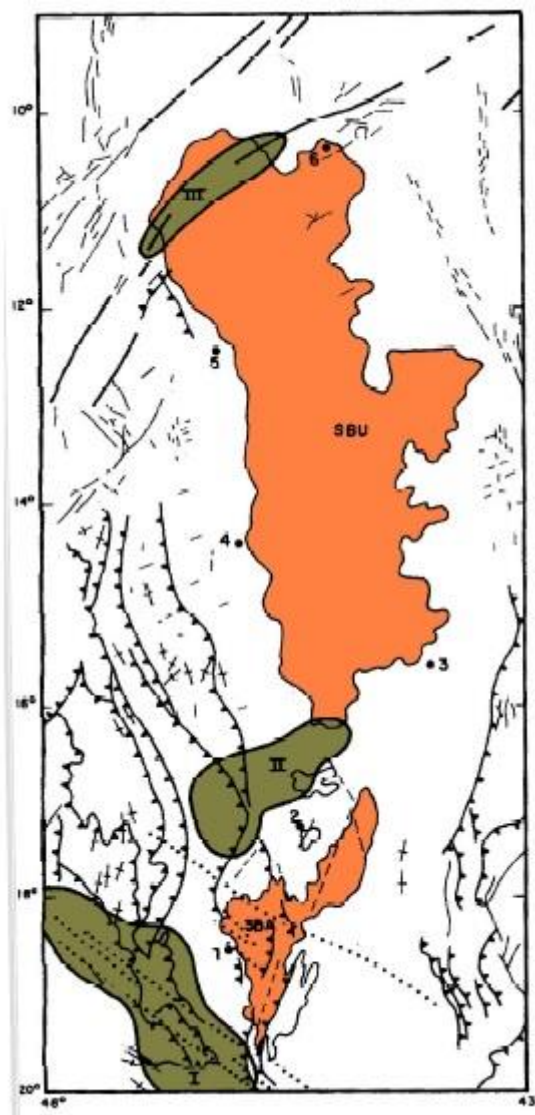
No tocante à vegetação, Silva (2007) mostra a distribuição dos biomas presentes no Tocantins, onde 91% representa o Bioma Cerrado, de paisagem diversa com diferentes fisionomias: Cerrado, Campo Limpo, Campo sujo, Cerradão e Campo Rupestre. Os 9% restantes correspondem ao Bioma Amazônico, caracterizado por uma zona de transição entre a Floresta Ombrófila e a Savana.

Das inúmeras classes de vegetação, a área de estudo está inserida na região de Floresta Estacional Semidecidual, caracterizada por apresentar fenerófitos com gemas foliares protegidas da seca por escamas, além de folhas adultas esclerófilas ou membranáceas decíduais, ocorrendo principalmente em áreas de altitude (SILVA, 2007).

## **2.4. Geologia**

A área estudada está inserida nos domínios da Bacia Sedimentar Sanfranciscana (Figura 2), com ocorrência das unidades geológicas do Complexo Almas-Cavalcante (Embasamento Cristalino), Grupo Urucuia, Grupo Areado, Depósitos Aluvionares Recentes, além do Grupo Bambuí (MORAIS, 2012).

**Figura 2** - Mapa de contextualização tectônica da bacia Sanfranciscana. I - Arco Alto Paranaíba; II - Alto do Paracatu; III - Arco do São Francisco. SBU - Sub-bacia Urucuia; SBA - Sub-bacia Abaeté.



Fonte: Modificado de Campos & Dardenne (1997b).

O Grupo Bambuí representa a maior extensão do embasamento da Bacia Sanfranciscana, onde no extremo norte da bacia apresenta rochas sedimentares pleozóicas, no extremo sul é constituída por rochas metassedimentares dos grupos Araxá e Canastra, já no meio norte da bacia há restritas faixas granito-gnássicas (CAMPOS; DARDENNE, 1997a).

A constituição do Grupo Bambuí provém da Era Neoproterozóica, que possui ampla distribuição no Cráton do São Francisco. Apresenta litofácies siliciclásticas e bioquímicas associadas, como sedimentos em plataforma, aplicado em mar epicontinental de grande extensão (IGLESIAS; UHLEIN, 2009). De acordo com o projeto Radambrasil (1982), no contexto regional houve identificações nas formações clássicas do Grupo Bambuí, que

posteriormente foi modificado, tendo como referência a estratigrafia de Costa e Branco (1961) e Dardenne (1978).

O Grupo Bambuí possui o maior conjunto de ocorrências calcárias favoráveis à presença de cavernas no Brasil, e na região do extremo sudeste do Tocantins, o município de Aurora do Tocantins se destaca por ser uma área que apresenta uma grande importância espeleológica. Isso ocorre em decorrência de sua vasta distribuição, sendo dividido em cinco distritos espeleológicos: Distrito de São Domingos, Distrito de Brasília, Distrito do Alto e Médio São Francisco, Distrito de Irecê e Distrito do Alto Paraguaçu ou Piranhas (KARMANN; SÁNCHEZ, 1979).

Situada no Distrito Espeleológico de São Domingos, Aurora do Tocantins possui em suas proximidades uma grande quantidade de cavernas, sendo caracterizada por extensos afloramentos calcários intensamente lapiezados (KARMANN; SÁNCHEZ, 1979).

A Formação Três Marias e o Subgrupo Paraopeba constituem o Grupo Bambuí, este último está distribuído em grande quantidade no município de Aurora do Tocantins, comportando a maior parte das feições cársticas. Subdivide-se o Subgrupo Paraopeba em basicamente 4 formações: Formação Serra da Saudade, Formação Lagoa do Jacaré, Formação Serra de Santa Helena e Formação Sete Lagoas, cujas constituições caracterizam-se por silitos e folhelhos, estando intercalados com dolomitos e calcários. Conglomerados diamictitos nomeados Formação Jequitáí, caracterizam a Formação Sete Lagoas, já na intercalação de arcósios e silitos caracteriza-se a Formação Três Marias (BRAUN et al., 1990<sup>2</sup> apud PORSANI; FONTES, 2001).

O Grupo Urucuia é datado do Cretáceo e é composto pelas formações Posse e Araras, com presença de arenitos, com níveis de pelitos, arenitos conglomeráticos e ocorrências de conglomerados (CAMPOS; DARDENE, 1997b). Essas formações são respectivamente representadas por depósitos eólicos de campos de dunas secas, fluvial entrelaçado depositado em canais e fluvial entrelaçado sedimentado em lençóis de areia e cascalho. É notado desde o sul da bacia, onde em áreas isoladas se mantém em estado preservado, é recoberto por sedimentos epiclásticos até o norte, tornando-se predominante (CAMPOS; DARDENNE, 1997c).

Em sua constituição há predominância de arenitos quartzosos, com coloração avermelhada e branca, cuja granulação varia de fina a média. Seus grãos possuem formato

---

<sup>2</sup> BRAUN, O.P.G, Mello, U. & Della Piazza, H. **Bacias proterozóicas brasileiras com perspectivas exploratórias para hidrocarbonetos:** Origem e Evolução de Bacias Sedimentares. Petrobrás-Rio de Janeiro, 1990.

abaulado, com alta seleção e sua matriz argilosa em escassez. Há frequente compactação nos arenitos, que se encontram silicificados, demonstrando fratura concóide quando expostos a ação física (IGLESIAS; UHLEIN, 2009).

A área de estudo localiza-se no Grupo Bambuí, composto pela formação Lagoa do Jacaré, constituída por calcário, calcarenito odoroso, marga e siltito, e pelo Subgrupo Paraopeba, constituída por calcarenito, dolomito, ritmito, marga, argilito, calcarenito odoroso siltito, arcóseo e calcário (SOUZA et al., 2004).

## 2.5 Geomorfologia

A geomorfologia da área caracteriza-se por afloramentos de maciços calcários com morfologia que se adequam a presença de cavidades e outras feições cársticas (SILVA; MORAIS, 2011). A Serra Geral é dominada por um pediplano degradado inumado, compondo o Planalto Divisor das Bacias Hidrográficas dos rios São Francisco e Tocantins, destacando-se o Chapadão Central e os Patamares do Chapadão como unidades geomorfológicas na paisagem (MORAIS, 2012; 2013).

Nos topos do Chapadão Central observa-se formas vindas de uma superfície de aplainamento, que teve sua estrutura formada a partir dos sedimentos da Bacia Sanfranciscana, onde há contato do Grupo Urucuia com o Grupo Bambuí, que apresentam vales fluviais assentados. No nível do Chapadão há topos planos com interflúvios largos, com baixo grau de dissecação causado por ravinamentos. Onde há dissolução de calcários do Grupo Bambuí, pode-se caracterizar melhor as formas cársticas da área (BRASIL, 1982).

Outras regiões de relevos tabuliformes e cuestiformes possuem influência dos processos geomorfológicos atuantes na porção da área de estudo, com destaque nas porções de areia que são levadas das partes superiores para as partes inferiores, encontrando então as veredas (MORAIS, 2013).

Nota-se nas partes rebaixadas da Depressão do São Francisco, o Rio de Contas e principalmente a Depressão do Tocantins por ser mais predominante, e possuir descontinuidade da forma do Pediplano do Tocantins englobando toda a área da bacia do Rio Palma. *Inselbergs* são percebidos na parte ocidental, já na porção oriental apresenta superfície de aplainamento retocada inumada, onde se conecta às escarpas do Chapadão Central (BRASIL, 1982).

As formas de dissolução descontínuas se distribuem pelo Planalto Patamares do Chapadão e Depressão Vão do Paraná, onde este último situa-se entre o Planalto Divisor São

Francisco – Tocantins e o Planalto Central Goiano. Com relação ao carste, encontra-se coberto, exumado e descoberto no Patamares do Chapadão, já em processo de exumação e exposto, encontram-se as formas de dissolução do Vão do Paraná (BRASIL, 1982).

Diversas são as feições que caracterizam o carste descoberto: lapiás, dolinas, uvalas, *poljés*, cavernas entre outras, sendo no sentido norte-sul encontram-se grandes afloramentos distribuídos na porção central e sudeste. Planícies de acumulações recentes ocorrem de forma pontual, ocasionadas pelas inundações de forma periódica dos regimes fluviais das drenagens da bacia hidrográfica a que pertencem, caracterizando as várzeas (BRASIL, 1982).

Estudos realizados por Moraes (2012) mostram que o município de Aurora do Tocantins está inserido em uma grande *poljé*, com a presença de lapiás de diversos tipos, destacando: os lapiás verticais (*Rillenkarren*), lapiás horizontais (*Schichtenkarren*) e em menor quantidade os lapiás em pináculos (*Spitzenkarren*) e, na porção central, sendo mais notáveis, há a distribuição de dolinas.

## 2.6 Solos

Os solos da região (Figuras 3 e 4) são caracterizados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) proposta pela EMBRAPA (2006) em: latossolos, nitossolos, argissolos, plintossolos, luvisolos, cambissolos, neossolos, gleissolos, e afloramentos rochosos (SEPLAN, 2013).

**Figura 3 - Características dos solos da área de estudo**

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos			
Características			
Solo	Físicas	Químicas	Mineralógicas
Argissolos	São de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados. De textura arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt.	São forte a moderadamente ácidos, com saturação por bases alta ou baixa, predominantemente caulínicos e com relação molecular Ki.	É derivado de rochas de arenito ou granítica.
Cambissolos	Variam muito de um local para outro, comportando desde solos fortemente até imperfeitamente drenados, de rasos a profundos.	Alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração coloidal.	Apresentam características do material originário (rocha) evidenciado pela presença de minerais primários.
Gleissolos	São solos que ocasionalmente podem ter textura arenosa somente nos horizontes superficiais, desde que seguidos de horizonte glei de textura franco arenosa ou mais fina.	Possuem redução e solubilização do ferro, permitindo a expressão das cores neutras dos minerais de argila, ou ainda a precipitação de compostos ferrosos.	Podem apresentar horizonte sulfúrico, cálcico, propriedade solódica, sódica, caráter sálico, ou plintita em quantidade ou posição não diagnóstica para enquadramento na classe dos Plintossolos.
Latossolos	Consistência muito friável, alta porosidade. Textura relativamente uniforme em todo o perfil. Estrutura composta de agregados granulares (pseudoaerias), alta permeabilidade.	São, em geral, solos fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, distróficos ou aluminicos	Os latossolos apresentam tendência a formar crostas superficiais. A fração argila dos latossolos é composta principalmente por caulinita, óxidos de ferro (goethita e hematita) e óxidos de alumínio (gibbsita). Alguns latossolos, formados de rochas ricas em ferro, apresentam, na fração argila, a maghemita e, na fração areia, a magnetita e a ilmenita.
Luvissolos	A estrutura é usualmente em blocos, moderada ou fortemente desenvolvida, ou prismática, composta de blocos angulares e subangulares.	São moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos, com teores de alumínio extraível baixos ou nulos.	Presença, em quantidade variável mas expressiva, de argilominerais do tipo 2:1 indicando atividade alta da argila. Podem ou não apresentar pedregosidade na parte superficial e/ou caráter solódico ou sódico, na parte subsuperficial.
Neossolos	Solos pouco evoluídos e sem a presença de horizonte diagnóstico.	Os Neossolos podem apresentar alta (eutróficos) ou baixa (distróficos) saturação por bases, acidez e altos teores de alumínio e de sódio.	Constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos
Nitossolos	Textura argilosa ou muito argilosa. Apresenta estrutura com agregados em forma de blocos com nítidas e brilhantes superfícies, comumente descritas como cerosidade.	São, em geral, moderadamente ácidos a ácidos, com argila de atividade baixa ou com caráter alítico, com composição caulínico - oxídica. Quando possuem o caráter alítico apresentam mineralogia da argila com hidróxi-Al entre camadas.	Relacionada ao material de origem, sendo originada de rochas básicas (p.ex: basalto, diabásio) e rochas calcáreas, podendo, também, estar associada a rochas intermediárias (p.ex: gnaisses, chamoquitos).
Plintossolos	Parte dos solos desta classe (solos com horizonte plíntico) tem ocorrência relacionada a terrenos de várzeas, áreas com relevo plano ou suavemente ondulado e menos freqüentemente ondulado, em zonas geomórficas de depressão.	Predominantemente são solos fortemente ácidos, com saturação por bases baixa e atividade da fração argila baixa. Solos com saturação por bases média a alta, ou argila de alta atividade, bem como solos com propriedades solódica e sódica.	Constituídos por material mineral, apresentando horizonte plíntico, litoplíntico ou concrecionário, todos provenientes da segregação localizada de ferro, que atua como agente de cimentação.

Fonte: EMBRAPA (2006) e Lepsch (2010), adaptado pelo autor.

**Figura 4 - Características dos solos da área de estudo**

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos			
Características			
Solo	Processo de formação	Horizontes	Cores
Argissolos	Atuação incompleta de processo de ferralitização	Horizonte diagnóstico B textural em vinculação com atributos que evidenciam a baixa atividade da fração argila ou o caráter alítico.	Vermelhas e amarelas.
Cambissolos	Pedogênese pouco avançada evidenciada pelo desenvolvimento da estrutura do solo, alteração do material de origem expressa pela quase ausência da estrutura da rocha ou da estratificação dos sedimentos.	Desenvolvimento de horizonte B incipiente em seqüência a horizonte superficial de qualquer natureza, inclusive o horizonte A chernozêmico, quando o B incipiente deverá apresentar argila de atividade baixa e, ou, saturação por bases baixa.	Bruna ou bruno-amarelada.
Gleissolos	Hidromorfia expressa por forte gleização, resultante de processos de intensa redução de compostos de ferro, em presença de matéria orgânica, com ou sem alternância de oxidação, por efeito de flutuação de nível do lençol freático, em condições de regime de excesso de umidade permanente ou periódico.	Preponderância e profundidade de manifestação de atributos que Evidenciam gleização, conjugada à identificação de horizonte glei.	O horizonte superficial apresenta cores desde cinzas até pretas.
Latossolos	Evolução muito avançada com atuação expressiva de processo de latolização (ferralitização ou laterização), resultando em intemperização intensa dos constituintes minerais primários, e mesmo secundários menos resistentes, e concentração relativa de argilominerais resistentes e, ou, óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, com inexpressiva mobilização ou migração de argila, ferrólise, gleização ou plintitização.	Desenvolvimento (expressão) de horizonte diagnóstico B latossólico, em seqüência a qualquer tipo de A e quase nulo, ou pouco acentuado, aumento de teor de argila de A para B.	As cores variam de vermelhas muito escuras a amareladas, geralmente escuras no A, vivas no B e mais claras no C.
Luvisolos	Evolução, segundo atuação de processo de bissalitização, conjugada a produção de óxidos de ferro e mobilização de argila da parte mais superficial, com acumulações em horizonte subsuperficial.	Desenvolvimento (expressão) de horizonte diagnóstico B textural com alta atividade da fração argila e alta saturação por bases em seqüência a horizonte A ou E.	Cores vivas, apresentando o horizonte A com cores claras.
Neossolos	Solos em via de formação, seja pela reduzida atuação dos processos pedogenéticos ou por características inerentes ao material originário.	Insuficiência de expressão dos atributos diagnósticos que caracterizam os diversos processos de formação. Exígua diferenciação de horizontes, com individualização de horizonte A seguido de C ou R. Predomínio de características herdadas do material originário.	Diferentes tonalidades de bruno (horizonte C), no horizonte A cores mais tingidas pela matéria orgânica ou com diferentes tons de vermelho e amarelo.
Nitossolos	Avançada evolução pedogenética pela atuação de ferralitização com intensa hidrólise, originando composição caulínica-oxídica ou virtualmente caulínica, ou com hidróxi-Al entre camadas.	Desenvolvimento (expressão) de horizonte diagnóstico B nítico, em seqüência a qualquer tipo de A, com pequeno gradiente textural.	Coloração variando de vermelha a brunada.
Plintossolos	Segregação localizada de ferro, atuante como agente de cimentação, com capacidade de consolidação acentuada.	Preponderância e profundidade de manifestação de atributos que evidenciam a formação de plintita, conjugado com horizonte diagnóstico subsuperficial plíntico, concrecionário ou litoplíntico.	Cores pálidas, variegadas ou com mosqueado abundante.

Fonte: EMBRAPA (2006) e Lepsch (2010), adaptado pelo autor.



## 2.7 Aspectos históricos de uso e ocupação da área

Situado na Mesorregião Oriental do Tocantins, localiza-se o município de Aurora do Tocantins nas proximidades da Serra Geral. O surgimento do município ocorreu com a chegada os primeiros pioneiros em 1780 na fazenda Barreira dos Cavalos, onde mais tarde, outras pessoas foram se fixando nas margens do ribeirão Canabrava (IBGE, 2013).

Com o crescimento do povoado, conquistou condição de distrito integrando-se ao município de Taguatinga. Em homenagem ao padroeiro da região, o povoado passou a ser chamado de “Saco de Nosso Senhor do Bonfim”. Pela existência de outro município com o mesmo nome, adotou-se o complemento Tocantins (IBGE, 2013).

Aurora do Tocantins (até então chamada de Aurora do Norte) e Taguatinga foram desmembrados pela lei estadual nº 4718, de 29 de outubro de 1963, tornando-se municípios independentes, onde através do decreto legislativo nº 1, de 01 de outubro de 1989, art. 4º, do Diário Oficial do Estado do Tocantins, denominou-se Aurora do Tocantins. O nome Aurora surgiu devido ao sol da manhã aparecer mais tarde devido as serras situadas na porção leste da região (IBGE, 2014).

O município apresenta uma grande quantidade de afloramentos calcários distribuídos nas porções central, sudoeste e sentido sul-norte, onde a área em sua maior parte, está destinada ao uso agrícola, principalmente com o cultivo de soja nos platôs da Serra Geral (MORAIS, 2012).

O rio Azuis, até então, pertencia ao município de Taguatinga e após o desmembramento dos municípios passou a fazer parte do município de Aurora do Tocantins. Situada em área cárstica, caracteriza-se como uma surgência, de água com coloração azulada, é um local onde se destaca a atividade turística.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Geomorfologia Cárstica

O termo carste (*Karst*) foi conhecido e difundido por meio de estudos realizados por Jovan Cvijic (1865 - 1927) no planalto de Kras, na atual Eslovênia, e caracteriza-se, principalmente, por rochas carbonáticas (FORD; WILLIAMS, 2007). É definido pelo processo de dissolução (WHITE<sup>3</sup>, 1988 apud CARVALHO JÚNIOR et al., 2008) e por possuir feições típicas geradas por esse processo (PILÓ, 2000).

O processo de carstificação ocorre em um conjunto de rochas diferenciadas que se desenvolvem em rochas solúveis, responsável pela formação das paisagens cársticas, sendo seu principal agente a dissolução da água (CARVALHO JÚNIOR et al., 2008).

Inúmeros são os fatores responsáveis pelo desenvolvimento dos sistemas cársticos e formas de relevo. Para sua compreensão, não partindo apenas do ponto de vista geológico, é necessário entender a química do carste e o papel fundamental da água nesse tipo de ambiente (HARTDT, 2008).

Se comparado com outros ambientes, nas paisagens cársticas o processo de dissolução acontece de forma mais rápida, resultando no alargamento dos planos de acamamento e processos de dissolução por meio da circulação da água. As descontinuidades sofridas nas rochas contribuem para a percolação e formação de caminhos responsáveis pelos processos de hidratação e dissolução (FORD; WILLIAMS<sup>4</sup>, 1989; TRUDGILL<sup>5</sup>, 1985 apud CARVALHO JÚNIOR et al., 2008). Esses sistemas apresentam como principal aspecto, drenagem predominantemente vertical e subterrânea (CHRISTOFOLETTI, 1980; BIGARELLA et al., 2007).

O processo de dissolução subsuperficial se desenvolve pela ação da água que infiltra e age nas redes de fissuras e diaclases das rochas. As fendas ao se expandirem, dão origem a vários sumidouros por onde fluem as águas de infiltração. As galerias subterrâneas e outras feições são formadas através de processos em profundidade, estando relacionado com a estrutura da rocha calcária. Finalmente, gerados pelos processos de dissolução química e

---

<sup>3</sup> WHITE, W. B. **Geomorphology and hydrology of karst terrains**. New York: Oxford Univ. Pres, 1988.

<sup>4</sup> FORD, D. C; WILLIAMS, P. W. **Karst and geomorphology and hydrology**. London: Unwin Hyman, 1989.

<sup>5</sup> TRUDGILL, S. **Limestone geomorphology**. New York: Longman, 1985.

erosão mecânica, há o aumento dos vazios abertos em subsuperfícies (BIGARELLA et al., 2007).

As águas superficiais e subterrâneas são responsáveis pela formação das feições cársticas, onde também apresentam configurações peculiares relacionadas com solos típicos, depressões fechadas, sistemas de cavernas, dolinas e a ausência quase total de drenagem na superfície. Ao se desenvolverem por completo, possuem área de adição, sistema de condutores subterrâneos e área de descarga de água subterrânea (SUGUIO, 2010).

O mesmo autor complementa que vários são os fatores responsáveis pela formação dos relevos cársticos como: temperatura, pluviosidade e atividade biológica, no entanto, as condições climáticas proporcionam variações nos processos de carstificação, podendo atingir seu ápice em regiões tropicais constituídas por florestas pluviais.

A presença de rochas solúveis é o fenômeno de maior importância para o processo de dissolução, por produzirem pouco resíduo após sofrerem intemperismo químico. As rochas carbonáticas constituídas principalmente de calcita ou dolomita, são as principais rochas carstificáveis (KARMANN, 2000).

As melhores condições para ocorrência do processo de dissolução do calcário são com a presença de água com baixas temperaturas, porém o carste é mais intensamente corroído em regiões tropicais de clima quente. Isso acontece pela presença de ácidos de origem orgânica além da intensa produção de dióxido de carbono nos solos resultantes de sua bioquímica (BIGARELLA, et al., 2007).

Processos de dissolução, corrosão e abatimento denominam as feições do carste (FORD; WILLIAMS, 2007), já por influência de outros processos designa o termo pseudocarste, caracterizado por paisagens peculiares, por possuírem depressões fechadas, drenagem subterrânea e cavernas (GILLIESON, 1996).

O processo de dissolução pode ocorrer em qualquer tipo de rocha, independentemente da sua composição mineral, considerando a condição exposta e da especificidade do ambiente (FORD; WILLIAMS, 1989<sup>6</sup>; KLIMCHOUK; FORD, 2000<sup>7</sup>). O carste teoricamente se desenvolve em qualquer tipo de rocha, no entanto, ocorre frequentemente em calcários, dolomito, mármore e gesso (HARDT, 2008).

---

<sup>6</sup> FORD, D.; WILLIAMS, P. **Karst geomorphology and hydrology**. London: Unwin Hyman, 1989.

<sup>7</sup> KLIMCHOUK, B. A.; FORD, D. C. Types of karst and evolution of hydrogeologic Settings. In: KLIMCHOUK, B. A.; FORD, D. C.; PALMER, A. N.; DREYBRODT, W. (Ed.) **Speleogenesis: Evolution of karst aquifers**. Huntsville: National Speleological Society, 2000.

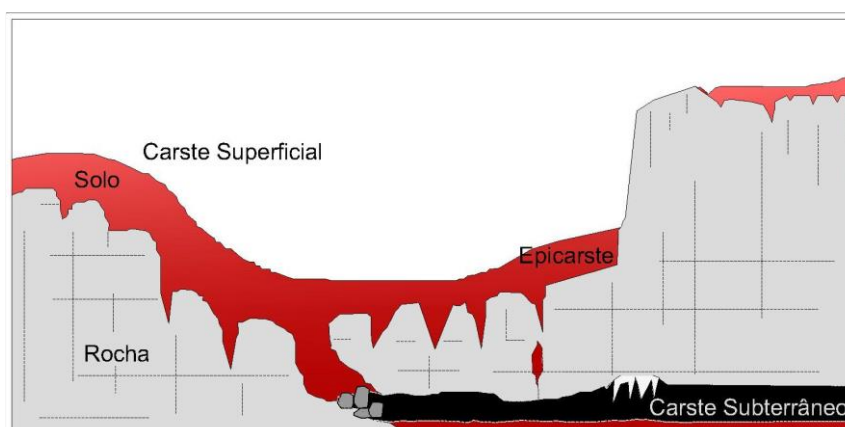
Os relevos cársticos evoluem primeiramente na superfície, onde as camadas de rocha insolúveis subjacentes são removidas por erosões, deixando exposta a rocha solúvel em contato direto com os agentes intempéricos superficiais. Em função das diversas variáveis que ajustam e configuram os terrenos cársticos, a morfologia superficial do carste pode se diferenciar (AULER et al., 2005).

As paisagens cársticas podem ser divididas em dois grandes grupos, sendo classificadas segundo Lino (2001) em: carste primário, correspondendo às cavernas, que são formas destrutivas subterrâneas e as formas superficiais (dolinas, lapiás, torres, entre outras feições). O carste secundário são as formas subterrâneas e construtivas (estalactites, estalagmites entre outras formas de deposição). Nessa mesma vertente, Karmann (2000) mostra sob o ponto de vista da hidrologia, a formação dos sistemas cársticos de acordo com três componentes: sistemas de cavernas correspondentes às formas subterrâneas, aquíferos de condutos, representadas por formas condutoras de água subterrânea e o relevo cárstico, composto pelas formas superficiais.

O carste possui formas de relevos superficiais e subterrâneas. Suas características hidrológicas dependem totalmente das características de dissolução química nas camadas das rochas, além de suas características estruturais, determinantes de sua porosidade (HARDT, 2004). Ainda que haja separação dos níveis morfológicos, há também uma inter-relação entre eles, relacionando um à dinâmica do outro (KÖHLER, 1989; 1998).

O carste pode ser compartimentado em três domínios, sendo eles: exocarste (carste superficial), epicarste (carste subsuperficial) e endocarste (carste subterrâneo) (PILÓ, 2000) (Figura 5).

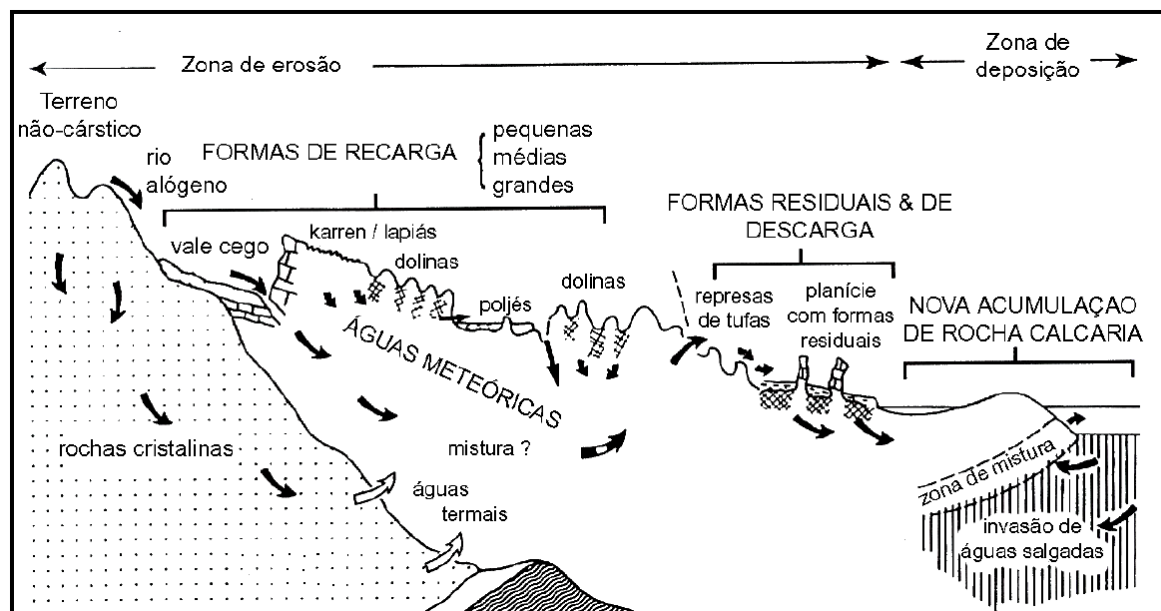
**Figura 5** - Compartimentação do carste.



Fonte: Piló e Auler (2011).

O conjunto das formas superficiais do carste é chamado de exocarste, que pode adquirir variadas tipologias, de acordo com a conjuntura das variáveis que configuram o relevo (PILÓ, 2000) (Figura 6).

**Figura 6** - Feições exocársticas e aspectos gerais do sistema cárstico.



Fonte: Adaptado de Ford e Williams, 2007 p. 3.

As formas mais comuns encontradas em regiões cársticas são:

**Lapiás/Karrens:** feições mais comuns a todos os carstes, caracterizadas como microformas que entalham a superfície das rochas solúveis. Se destacam na paisagem em formas de pontas e lâminas de arestas aguçadas. Suas características morfológicas dependem não apenas da composição da rocha calcária, como também de sua estrutura e volume de água atuante, ou até mesmo de outro tipo de rocha igualmente solúvel. Dependendo do tipo de rocha, as lapiás podem apresentar diferenças se desenvolvidas em calcários ou em dolomitos e evaporitos, por exemplo (BIGARELLA et al., 2007).

**Dolinas:** depressões fechadas com contornos sinuosos e não angulosos, com formato circular e oval (BIGARELLA et al., 2007). As dolinas, quando desenvolvidas em calcário, apresentam formas irregulares, vertentes mais inclinadas além de maior quantidade de material depositado no fundo, diferentemente das desenvolvidas em dolomito, que se caracterizam por formas irregulares e vertentes menos íngremes (CARVALHO JÚNIOR et al., 2008).

No exocarste, as dolinas são consideradas as formas mais peculiares, podendo ser classificadas em: dolinas de dissolução, cuja sua formação ocorre com maior frequência em locais mais susceptíveis da rocha, como em fraturas, juntas e planos de acamamento, fazendo com que a água se concentre nas áreas centrais de absorção, acelerando a dissolução. Dolinas de abatimento ou colapso, estão relacionadas com o abatimento dos tetos ou paredes das cavernas abaixo da superfície. Isso ocorre em consequência da dissolução, em maior quantidade, em pontos de contato entre o solo e a rocha, ocorrendo também o transporte de material para as partes internas, surgindo vazios em constante alargamento, afetando sua sustentação proporcionando o colapso. Por fim as dolinas aluviais ou de subsidência, relacionam-se com o afundamento abrupto ou gradativo, por meio de materiais situados sobre a rocha, sendo muito espesso, levando a introdução gradativa nas fraturas das zonas epicársticas, ocasionando subsidências da cobertura e a formação das dolinas (PILÓ, 2000).

O mesmo autor compara as dolinas a simples bacias, sob o ponto de vista morfodinâmico, sendo compostas por sistemas de vertentes, convergindo inicialmente na superfície, onde a absorção se localiza em fundo de depressões e zonas subterrâneas. Como consequência das dinâmicas superficiais, as partes inferiores das dolinas se tornam sítios deposicionais.

Uvalas: oriundas da coalescência das dolinas, são caracterizadas por depressões alongadas, com contornos curvos e de maior amplitude (CHRISTOFOLETTI, 1980). Também são consideradas como dolinas compostas (PILÓ, 2000). Essas feições são influenciadas pela realimentação hidrológica e o desenvolvimento de rotas de drenagem subterrânea, contribuindo para o aumento das depressões de dissolução. Através da ampliação da área de captação fluvial é formada a bacia de captação, onde há o aumento da corrosão e aprofundamento das depressões proporcionados pelos fluxos de água na zona de infiltração (KARMANN, 1994).

Inicialmente as uvalas caracterizam-se por possuírem drenagem em superfície com nível freático raso. Em seguida, pontos de absorção em locais com presença de sumidouros aprofundam o nível freático, logo depois, dolinas são desenvolvidas próximas as drenagens além de segmentos superficiais e subterrâneos, por fim, elas surgem através do desenvolvimento e ampliação dos divisores entre os sumidouros (PILÓ, 2000).

*Poljés*: são áreas cársticas com maior fertilidade. A dissolução extensiva de áreas calcárias e ação das águas, resulta em sua planura, sendo controlada pelo nível de base local.

Seu fundo é caracterizado por uma bacia nivelada, podendo ser preenchida por aluviões ou coberta por “terra rossa<sup>8</sup>” (BIGARELLA et al., 2007).

Evoluem pela dissolução de sua borda e apresentam dezenas de quilômetros de largura, influenciados por barramentos ou dificuldades nos processos de rebaixamento do relevo, provocados pela impermeabilização do seu fundo por meios de sedimentos argilosos, litologias não carbonáticas ou pela proximidade do nível de base. Nesse tipo de feição ocorrem com maior frequência a presença de maciços calcários, caracterizados como formas residuais isoladas (PILÓ, 2000).

Mogotes: feições típicas de carste tropical. Constituem-se de morros calcários isolados, de formato cônico, residuais de algumas dezenas de metros de altitude (LINO, 2001).

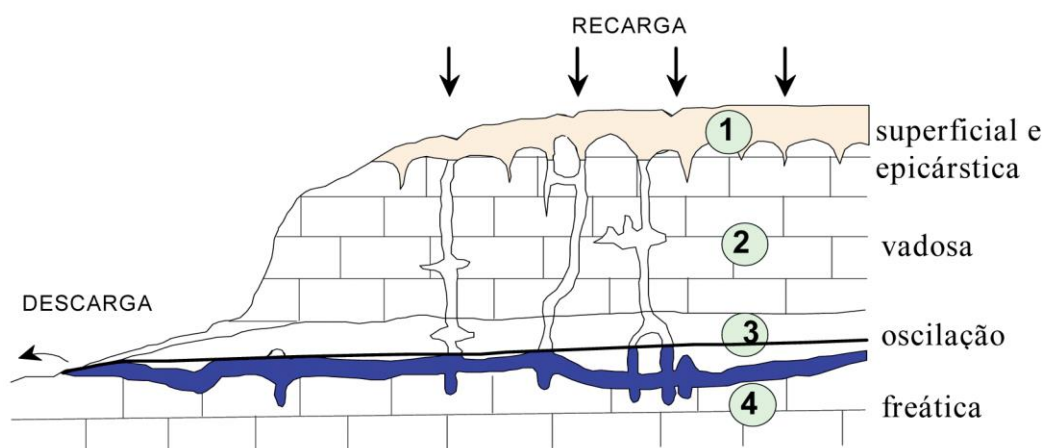
No tocante à morfodinâmica cárstica, pode-se destacar os sumidouros e as surgências. Em um determinado momento, um curso superficial determina a dinâmica da água nessas feições, por vezes subterrâneo, outras superficial, e em outro momento, surgindo à jusante (TRAVASSOS, 2010). Tais termos podem ser definidos por Auler et al. (2005), sendo sumidouros como feições que possuem associações a pontos de absorção de água e as ressurgências os pontos onde há afloramento da drenagem subterrânea.

Coberto por materiais inconsolidados ou não, o epicarste ou zona subcutânea, localiza-se entre o solo e a rocha calcária, na parte superior da zona vadosa (Figura 7). Constitui a parte superior da rocha subjacente com uma rede de fissuras em expansão influenciados por processos cársticos (FORD; WILLIAMS, 2007).

---

<sup>8</sup> “Depósitos residuais de cor avermelhada, frequentes no carste mediterrâneo. Embora muitas vezes sejam descritos como o resultado da acumulação das argilas de descalcificação dos calcários, verifica-se que geralmente englobam, em proporção importante, antigas formações residuais de cobertura” (TRAVASSOS; RODRIGUES; TIMO, 2015).

**Figura 7 - Zonas hidrológicas do carste.**



Fonte: Piló e Auler (2011).

A parte subterrânea do carste, denominado endocarste, é composto por condutos subterrâneos, depósitos químicos, clásticos e orgânicos (BÖGLI, 1980<sup>9</sup>, apud KOHLER, 1998). O relevo exocárstico é resultado, na maioria das vezes, da evolução do endocarste, onde o agente que condiciona a gênese das cavernas é a estrutura da rocha, relacionada a área de recarga e descarga hídrica (FORD; WILLIAMS, 2007).

Originado de rochas subterrâneas, o endocarste abrange formas de corrosão que se associam as rochas solúveis, constituído por zonas vadosas e freáticas. É composto por cavernas e seus espeleotemas: estalactites, estalagmites, cortinas, véus, assoalhos, nichos, colunas, entre outros (KOHLER, 1998; SUGIO, 2010).

### 3.2 Ação antrópica no carste

O intemperismo químico está associado as diversas paisagens cársticas, sob o controle litológico, estrutural, tectônico e da solubilidade da rocha. Mesmo sendo um sistema que apresenta desenvolvimento harmônico, é facilmente atingido pelas ações do homem (TRAVASSOS; VARELA, 2008).

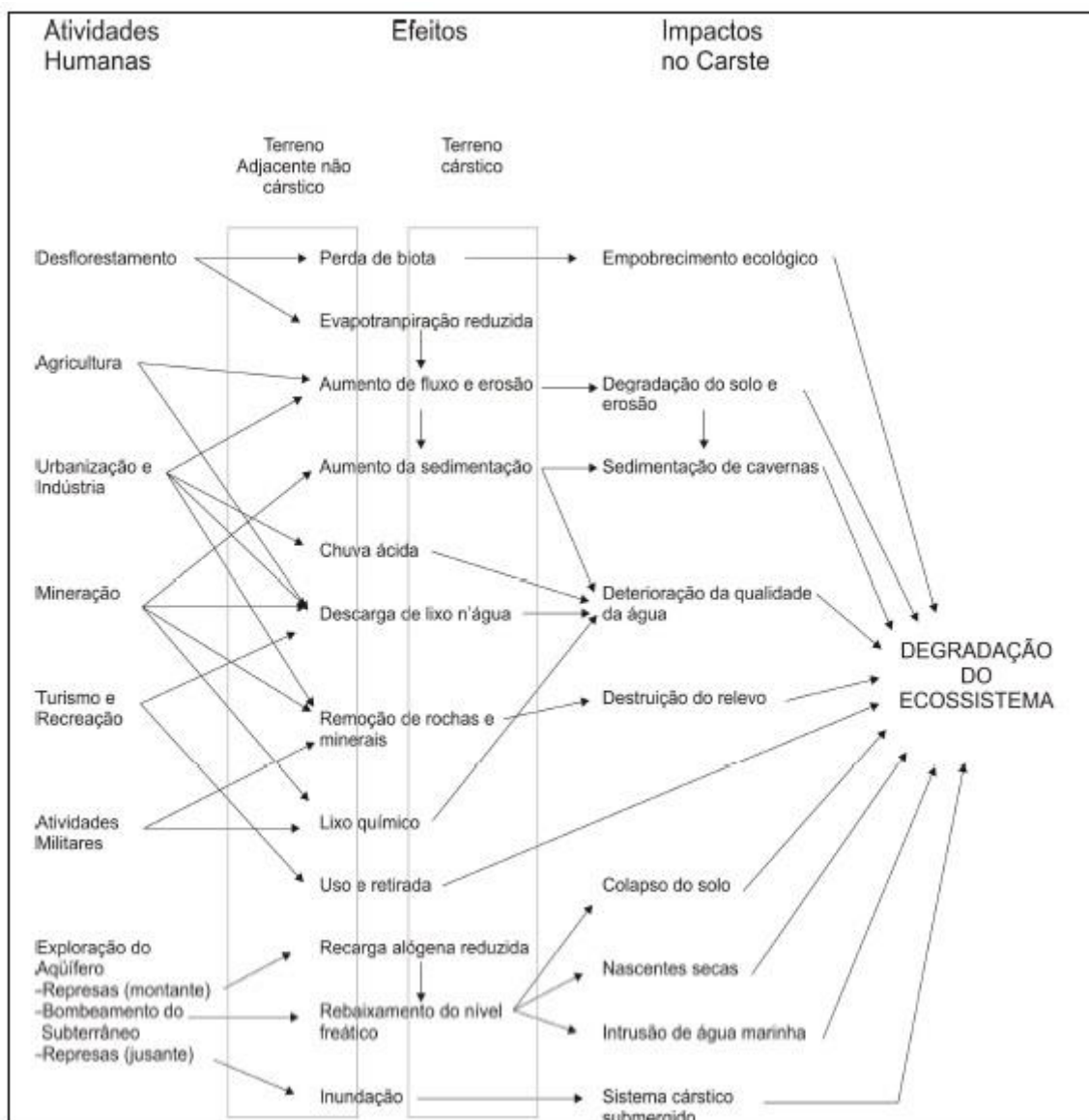
Inúmeras são as atividades que afetam as paisagens cársticas, tanto de forma direta quanto indireta, sendo algumas delas: desmatamentos, processos erosivos, agricultura, urbanização, exploração mineral e atividades turísticas. Como consequência, vários são os distúrbios gerados nas paisagens cársticas, comprometendo o relevo, sua dinâmica, a

<sup>9</sup> BÖGLI, A. **Karst Hydrology and Physical Speleology**. Berlin: Spring Verlag, 1980, 284p.



qualidade da água entre outras consequências (WILLIAMS, 1993 apud HARDT, 2008, p. 1295; PILÓ, 1999). O esquema a seguir mostra as várias atividades, seus efeitos e os impactos gerados no carste (Figura 8) (WILLIAMS, 1993 apud HARDT, 2008, p. 1295; PILÓ, 1999).

**Figura 8** - Atividades antrópicas, seus efeitos e impactos no carste.



Fonte: Williams (1993, apud HARDT, 2008, p. 8).

Qualquer atividade realizada sobre o carste, sempre irá afetá-lo, pois atingindo o exocarste, comprometerá também o epicarste e o endocarste. São sistemas específicos e que apresentam estruturas altamente heterogêneas, caracterizados por sua fragilidade e propensos as atividades humanas, que dependendo do seu nível, elimina-se as possibilidades de controle (FERREIRA, 2011).

A cobertura vegetal exerce muita importância para os sistemas cársticos, e sua supressão resulta na exposição do solo a ação direta da água da chuva, a não formação da camada orgânica pelas folhas, além da não produção do dióxido de carbono provindo da decomposição da matéria orgânica, que é fundamental nos processos cársticos, correspondente ao não estabelecimento da fauna e flora no solo, assim as atividades agropecuárias podem afetar essa dinâmica (FERREIRA, 2011).

Outra situação é a ocorrência frequente de processos erosivos resultantes da retirada da cobertura vegetal expondo o solo. Como consequência, a composição da água é alterada além de dificultar sua infiltração, afetando sua relação com o substrato húmico e as raízes. O uso descontrolado de agrotóxicos, pesticidas e herbicidas afetam os aquíferos que abastecem várias populações humanas (FERREIRA, 2011).

A salinização dos solos é ocasionada pela inexistência de sistemas de drenagem, baixa precipitação pluviométrica e pela elevação da evapotranspiração impulsionados pela supressão da vegetação (PILÓ, 1999). As cavernas também são afetadas a partir do momento em que a vegetação original é substituída por atividades agrícolas, as quais alteram sua hidrologia (GILLIESON, 1996).

Os sistemas hidrológicos são os mais afetados pelas atividades humanas. Ao comprometer as águas superficiais, todo o sistema é desestabilizado e todas as suas compartimentações são atingidas (FORD; WILLIAMS, 2007). Assim, o tipo de atividade atuante nas paisagens cársticas proporcionará maior ou menor fragilidade em sua dinâmica hidrológica (FLORIANI, 2003).

Sobre a fragilidade do carste, Kohler (1989) destaca a importância do planejamento nessa paisagem, levando em consideração o respeito das condições de relevo e seu sistema hidrológico, evitando a poluição das águas endocársticas e promovendo a preservação das áreas de recarga.

### **3.3 Paisagem**

O termo paisagem, em suas primeiras concepções, baseava-se em valores estéticos e aspectos cênicos. A paisagem se define através de uma entidade ou fenômeno holístico e dinâmico com uma história única, que se concretiza em uma área que é percebida e que se relaciona com o observador, referindo-se ao seu entendimento e valorização (ANTROP, 2000).

Alexander Von Humboldt contribuiu bastante no estudo das paisagens sob a ótica científica, denominando o caráter total das regiões. Para a caracterização espacial, considerou o estudo da vegetação como o mais significativo. Ao diferenciar as paisagens por meio da vegetação, permitiu-se a compressão das leis que regem a fisionomia do conjunto da natureza (SCHREIBER, 1990).

A relevância do estudo das paisagens já era percebida nos trabalhos deixados por Vidal de La Blache na primeira metade do século XX, ao estudar os lugares e regiões além da interação do homem com o meio físico. Buscava em suas pesquisas, a discriminação e classificação dos dados obtidos pelas investigações de campo, e ao compará-los e relacioná-los se tinha a visão de suas partes para se chegar ao todo, essa abordagem se manteve até 1950 (TRAVASSOS; AMORIM FILHO, 2001).

As contribuições de Humboldt nas bases teóricas para o desenvolvimento do estudo sobre paisagem foram importantes, além de destacar outros alemães que também fizeram suas contribuições, entre eles: o discípulo de Humboldt, Ferdinand Von Richthofen, que abordava na superfície terrestre, a interseção das diferentes esferas, para a compreensão de suas interconexões. Sigfrid Passarge, primeiro autor a publicar um livro sobre paisagem, tendo seus estudos realizados no continente africano, buscou o caráter global e integrado da paisagem. Alfred Hettner destacava a busca pela globalidade total da paisagem, tendo o homem inserido no sistema, face à inter-relação dos fenômenos naturais com os homens. Troll introduziu o conceito de Ecologia da Paisagem, disciplina resultante da interseção da Geografia Física, sendo o geógrafo que mais aproximou a paisagem das concepções da Ecologia. Para entender os fenômenos naturais complexos, contemplou uma perspectiva espacial e geográfica (BOLÓS, 1992<sup>10</sup> apud OLIVEIRA; SOUZA, 2012).

Sobre essa abordagem, novas vertentes sobre os estudos geográficos surgiram após as duas Guerras Mundiais, no entanto o estudo da paisagem foi negligenciado na década de 1950 pela utilização de fórmulas matemáticas. Apenas no início de 1970, houve um impulso significativo com a Nova Geografia, em que a partir dos métodos utilizados e a revisão de seus conceitos, resgatou-se o estudo das paisagens (AMORIM FILHO, 2002). A pesquisa da paisagem influenciou diretamente na utilização de fotografias aéreas e sensoriamento remoto, logo em seguida no Sistema de Informações Geográficas (SIG) (HUGGETT; PERKINS, 2004).

---

<sup>10</sup> BOLÓS, Maria de. **Manual de ciência del paisaje**: Teoría, métodos y aplicaciones. Barcelona: Masson, s. a, 1992.

Os geógrafos soviéticos estruturaram o estudo do geossistema, abordando sistematicamente o estudo da paisagem, propondo um modelo utilizando como objeto de estudo os componentes da natureza, seus entrelaçamentos e sua dinâmica, com relevância em sua estrutura, e não se limitando apenas à parte morfológica (XAVIER, 1994).

Para Bolós (1992 apud OLIVEIRA; SOUZA, 2012), tanto as contribuições anglo-saxônicas, através de trabalhos realizados por Jean Christiaan Smuts, Arthur George Tansley, Ernst Haeckel e Carl Troll, quanto as contribuições francesas com George Bertrand e Jean Tricart, foram fundamentais para o desenvolvimento dos estudos da paisagem, sendo os primeiros responsáveis pela aproximação entre a Ecologia e a Geografia, além da compreensão da geocologia da paisagem. Bertrand (1978) contribuiu para o surgimento de bases metodológicas para a utilização do conceito de paisagem em estudos da Geografia Física (BOLÓS, 1992 apud OLIVEIRA; SOUZA, 2012), já Tricart (1977) discute a importância da Geomorfologia no estudo e na ordenação da paisagem, bem como da influência antrópica.

Vários campos de investigação foram desenvolvidos desde o surgimento do estudo das paisagens, proporcionando a independência de várias disciplinas, já em outras foram incorporadas, permitindo o equilíbrio e suporte para a análise, compreensão e representação do estudo da paisagem na Geografia (SOARES, 2005).

Diferentes visões de referência à natureza e concepções filosóficas distintas influenciaram nas pesquisas sobre a paisagem, o que resultou na evolução do seu conceito, reconhecendo o homem como parte da natureza, que por sua vez é fundamental para o desenvolvimento da sociedade (OLIVEIRA; SOUZA, 2012). Os elementos físicos eram mais preponderantes no passado, mas destaca a importância dos aspectos humanos, por gerarem desequilíbrios nas paisagens, resultantes da degradação ambiental (NAVARRO, s.d).

Não apenas o contexto natural deve ser levado em consideração na observação da paisagem, e sim sua totalidade, inserindo também as implicações geradas pelas ações antrópicas, pelo fato das paisagens apresentarem diferentes níveis de ocupação (BERTRAND, 1971). Esse fato é, portanto, um impulso transformador de determinado local, no desenvolvimento e na presença da sociedade. Sobre as atividades humanas Bolós (1981) complementa o quanto elas têm provocado sérias consequências nas paisagens, sendo em algumas situações irreversíveis, destacando a necessidade cada vez maior de estudos científicos que envolvam ambiente e sociedade.

Relacionada ao alcance da visão a paisagem pode ser considerada um simples elemento estético, de sentido mais pitoresco e artístico do que geográfico e científico. Na

Geografia, não apenas o estético e o perceptivo referem-se à paisagem, mas também os fenômenos geocológicos e culturais, que são resultado de complexas interações entre os processos naturais e culturais, que se adequa de acordo com os interesses da sociedade (CAVALCANTI, 2014).

A definição de paisagem está ligada na interação entre os fatores bióticos, abióticos e antrópicos, que em conjunto, representam muita relevância, como um agrupamento intrínseco a ela, evoluindo sua dinâmica de acordo com a relação entre esses elementos, tanto em conjunto quanto isolado (CLOPÉS, 1973).

Soares (2005) ao considerar a paisagem como produto de uma sequência de processos diversos e dinâmicos, mostra que para sua compreensão é necessário analisar a relação entre os elementos físicos e biológicos, mas também as ações feitas pelas sociedades no espaço e no tempo. Entender esses processos possibilita compreender a relação entre o tempo e o espaço com referência à natureza, destacando suas transformações para análise do contexto atual.

A análise da paisagem é essencialmente sistêmica, não sendo feita de forma isolada, mas sim em conjunto. Suas estruturas lógicas afetam a aparência dos fenômenos no espaço e tempo. Em sua totalidade observa-se o espaço geográfico, onde sua diferenciação relaciona-se aos seus constituintes, com função estabelecida dentro de seu dinamismo (CLOPÉS, 1973).

Sua diversificação e classificação relacionam-se com vários critérios: processos morfogenéticos e pedogenéticos; a integração entre as formas de relevo e às interfaces entre a atmosfera e a litosfera; intervenções socioeconômicas e culturais, e os ecossistemas (SOARES, 2005).

As paisagens se caracterizam por suas peculiaridades, estando em harmonia os conjuntos dos elementos físicos. As intervenções humanas sempre influenciarão sua dinâmica, proporcionando a criação de novos arranjos e feições, além de novas relações entre o homem e a sociedade (SOARES, 2005). Assim, a paisagem como resultado das combinações entre os elementos físicos, biológicos e humanos, a torna única e indissociável (BERTRAND, 1971).

Ao analisar a integração da paisagem, percebe-se sua relação com um determinado espaço, existindo uma complexidade na inter-relação entre a morfologia com a litologia, estrutura, solos, flora e fauna, sendo transformada pela constante ação da sociedade, acarretando transformações em sua dinâmica ao longo do tempo por processos econômicos, políticos e culturais (BOLÓS, 1981).

Novos estudos sobre paisagem surgiram com o passar do tempo, influenciados por várias abordagens distintas. Em cada período, o conceito de paisagem passou por adaptações

no que diz respeito a sua forma e funcionalidade. Através dos fatos físicos e culturais, resultantes das forças naturais e humanas, é possível entender a paisagem, onde as alterações ocorridas no espaço estão inteiramente ligadas ao tempo. Tanto sua mensuração quanto sua qualificação e quantificação têm influência direta na compreensão da estrutura morfológica (MACIEL; LIMA, 2011).

### **3.4 Geossistema**

O conceito de carste pode ser visto no trabalho de Klimchouk e Ford (2000, p. 46), onde afirmam que “o sistema cárstico é um sistema de transferência de massa integrada nas rochas solúveis, com uma estrutura de permeabilidade dominada por condutos dissolvidos na rocha e organizados para facilitar a circulação do líquido”.

Ao tratar do tema geossistema, Travassos (2010) mostra o quanto foi importante a contribuição de Alexander Von Humboldt, que no século XIX já utilizava esse conceito, segundo o qual tudo estaria interligado, compreendendo as conexões e dependência mútua entre os fenômenos.

Somente no final de 1930, a abordagem sistêmica passou a ser utilizada pelos cientistas em seus estudos, influenciados por Ludwig Von Bertalanffy com a criação da Teoria Geral dos Sistemas. Vários foram os trabalhos que utilizaram o princípio dessa teoria, grande parte feitos na área da Geografia Física após a Segunda Guerra Mundial (GUERRA, 1978).

Ao definir sistema, Tricart (1977) relacionou os fluxos de matéria e energia com o conjunto dos fenômenos, e a partir da sua interdependência, cria-se uma nova entidade global, integral e dinâmica, levando em conta a análise de todo o meio ambiente. Ainda afirma sobre as relações e as especificidades que fazem parte da composição do sistema, destacando sua dinâmica própria, constituindo como instrumento de estudos dos problemas referentes ao meio ambiente.

Ao propor o estudo da Ecodinâmica, através da dinâmica das paisagens físicas, Tricart (1977) mostrou a influência na aplicação do método geossistêmico, tendo como base as relações mútuas entre os vários componentes da dinâmica e os fluxos de energia, classificando-os em três unidades: meios estáveis, meios intergrades e meios instáveis. Posteriormente, adaptações foram feitas por Ross (1990; 2010) onde, a partir do método ecodinâmico foi possível a realização de estudo com foco na fragilidade ambiental.

O russo Viktor Borisovich Sotchava (1905 - 1978) foi o precursor do termo geossistema, onde discorre sobre o método e associação da análise geossistêmica aos sistemas naturais, diferenciando-os da conjuntura geográfica, além da relação no tempo e espaço entre os componentes naturais, considerando ainda os fatores sociais e econômicos (ROSOLÉM; ARCHELA, 2010). Neto (2008) reforça a importância da conexão entre os elementos da esfera econômica e os biofísicos pois, mesmo Sotchava levando em consideração os sistemas naturais, destacou a importância do reconhecimento da relação entre esses elementos.

Pode-se atribuir as diferentes paisagens dos geossistemas, formados por paisagens distintas, com vários estágios de evolução a diversos fatores, associados a certos tipos de explorações biológicas no espaço-tempo, que caracterizam sua dinâmica (SOTCHAVA, 1977<sup>11</sup> apud ROSOLÉM; ARCHELA, 2010). Quanto à interferência humana, há baixos níveis de alteração no sistema, afetando algumas de suas características, perceptíveis apenas em microescalas, diferente daquelas cujas alterações possuem intensidade mais elevada (TROPMAIR; GALINA, 2006).

O geossistema conecta-se aos componentes naturais, em um campo homogêneo de variadas dimensões, onde se insere a sociedade humana. Preocupa-se inclusive com o enfoque geossistêmico na análise da paisagem, demonstrando a necessidade de realização de um estudo das conexões entre os componentes naturais e não apenas sua morfologia (SOTCHAVA, 1978<sup>12</sup>, apud CAVALCANTI, 2010).

Bertrand resgata o conceito de ecossistema proposto por Sotchava, inserindo e abordando nele o contexto antrópico, caracterizando-o como uma categoria para a análise geossistêmica. Bertrand ainda apresenta diferenças entre conceito de geossistema e ecossistema, o primeiro demonstra diferenciação entre os elementos, gerando paisagens heterogêneas, já o segundo trata das espécies e a relação dos elementos no meio, com limites definidos (ROSOLÉM; ARCHELA, 2010).

A definição de geossistema dá-se como uma área de características análogas e de quaisquer grandezas, com elementos naturais conectados sistematicamente e em constante alteração. Está estruturado com seus pilares (envolvimento de material, tempo e espaço) para classificações futuras, contribuindo para possíveis métodos de compreensão da superfície terrestre, onde conhecendo sua estrutura, pode-se classificar e compreender suas características (SOTCHAVA, 1977).

---

<sup>11</sup> SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas**. Instituto de Geografia. USP, São Paulo: Ed. Lunar, 1977.

<sup>12</sup> SOTCHAVA, V. B. **Introdução à Teoria do Geossistema**. Novasibéria, Nauka, 1978. 320p.

Ross (1995) destaca o sistema natural ou geossistema como aberto, podendo mostrar-se como maior ou menor, estabelecendo relações com fluxos de energia e matéria ocorrendo naturalmente ou com interferência antrópica, definindo a partir daí a sua estabilidade ou instabilidade. Essa diferença depende diretamente da intensidade deste fluxo e da dinâmica das trocas energéticas entre elementos naturais e humanos.

As alterações nos ambientes são geradas, em sua maioria, por ações antrópicas, que acabam por culminar em alterações ambientais, podendo assim refletir em sua dinâmica geomorfológica (GUERRA, 1978). Há a necessidade de se fazer um estudo minucioso em tais sistemas geomorfológicos, destacando as ações humanas e suas atuações na diversidade de ambientes, bem como suas implicações na alteração dos mesmos, além de demonstrar a dificuldade em se controlar os sistemas geomorfológicos após seu uso indiscriminado (HOWARD, 1965<sup>13</sup> apud GUERRA, 1978).

Ao considerar ambientes como sistemas, Chorley et al. (1971) traz divisões em 3 níveis de complexidade: morfológico onde define-se através de associação entre propriedades físicas de um fenômeno; no encadeante, as saídas de um subsistema são as entradas de um outro, e processo-resposta, que caracteriza-se por uma interligação entre os dois citados acima, em que a constituição das características básicas das ligações dentro do sistema processo-resposta está nos ajustes mútuos das variáveis e nos fluxos de matéria e/ou energia.

Na maioria das vezes, o equilíbrio de um geossistema deve estar associado de modo que as entradas sejam semelhantes às saídas. A evolução do geossistema (progressivamente ou regressivamente, sendo superiores ou inferiores, respectivamente), depende do tipo de entrada (BOLÓS, 1981).

É inegável a contribuição dos sistemas ambientais para os estudos geomorfológicos, e é importante não os separar dos sistemas sociais, culturais e econômicos da região de análise, principalmente se o levantamento em questão tiver caráter de aplicação (GUERRA, 1978). O homem inserido na natureza e integrante do ecossistema, possui meios de conhecer a natureza e sua complexidade, bem como organizá-la, originando um novo subsistema, satisfazendo assim os interesses sociais e econômicos (BOLÓS, 1981).

Será restringido o estudo da paisagem ao serem abordados seus elementos (clima, relevo ou uma microrregião qualquer) individualmente, não sendo possível estudá-lo de forma complexa. O resultado terá maior abrangência ao correlacionar os elementos bióticos,

---

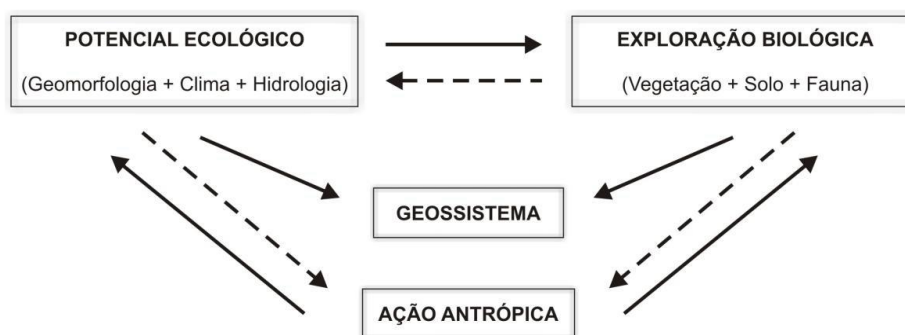
<sup>13</sup> HOWARD, Alan D. Geomorphological systems – equilibrium and dynamics. **American Journal of Science**, vol. 263, 302-312 p. 1965.



abióticos e humanos, proporcionando uma maior facilidade no entendimento, planejamento e administração da abordagem sistêmica (TROPMAIR; GALINA, 2006). Deve ser considerada a ideia de organização na ligação entre a inter-relação e sua totalidade, mesmo existindo uma inter-relação dos elementos da unidade global (NETO, 2008).

A paisagem é classificada de acordo com o tipo de dinâmica envolvida, sendo possível classificá-la em unidades superiores (zonas, domínios e região) e inferiores (geossistema, geofáceis e geótopo). As geofáceis relacionam-se a divisões de áreas de maior extensão, subdividindo em geótopo, de abrangência de centenas de quilômetros quadrados (BERTRAND, 1971). Por meio da associação dos elementos e suas relações, é possível compreender as unidades da paisagem no contexto geossistêmico proposto por Bertrand e Bertrand<sup>14</sup> (2007, apud ROSOLÉM; ARCHELA, 2010) (Figura 9).

**Figura 9 - Modelo geossistêmico.**



Fonte: Bertrand e Bertrand (2007).

Fatores relacionados a declividade, interferências climáticas, rocha, decomposição do manto, hidrologia, entre outros, por exemplo, são obtidos das unidades da paisagem que se agregam juntamente com os fatores químicos, físicos e antrópicos, proporcionando uma dinâmica comum (ROSOLÉM; ARCHELA, 2010).

Consideradas as menores áreas, as fácies são unidades básicas únicas, sendo parte da estrutura de um trato (agrupamento de fácies). Referentes aos geossistemas, os geótopos são unidades menores que se caracterizam por suas especificidades (ISACHENKO<sup>15</sup>, 1991 apud CAVALCANTI, 2010). Os ecossistemas, biogeocenoses, fácies, epifácies ou micro fácies são

<sup>14</sup> BERTRAND, G.; BERTRAND, C. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades.** Maringá: Massoni, 2007.

<sup>15</sup> ISACHENKO, A.G. **Landscape Science and Physical-Geographic Regionalization.** Moscou: Vyshaya Shkola. 1991. 370p.

unidades de escala menor que também são levadas em consideração (TROPPEMAIR; GALINA, 2006).

Sotchava (1978, apud CAVALCANTI, 2010) destaca a subdivisão dos geossistemas, classificando-os com a seguinte taxonomia: análise em diferentes escalas (planetária, regional e topológica), de acordo com uma linha tipológica e regional. De estruturas homogêneas, os geômeros podem envolver-se em conjuntos maiores (tipos de paisagens) e menores (fácies). Relacionados aos grupos de regiões, os geócoros referem-se a estruturas heterogêneas e caracterizam-se em escalas maiores (regiões físico-geográficas) e menores (microgeócoro, referente ao trato).

A análise hierárquica nos ecossistemas é fundamental, onde suas unidades dinâmicas como exemplo, a superfície da Terra, o geossistema planetário ou suas subdivisões intermediárias, podem ser analisadas de forma simultânea ou separada. Sempre quando se considera a categoria dimensional dos geossistemas, permite-se analisar suas especificidades e escalas próprias (SOTCHAVA<sup>16</sup>, 1977).

Ao identificar a taxonomia das paisagens, Bertrand (1971) as classifica de acordo com seu nível temporo-espacial, totalizando 6 níveis (unidades da paisagem): o 1º referente à zona, o 2º referente ao domínio, o 3º referente a região natural, o 4º referente ao geossistema, o 5º referente a geofáceis e o 6º referente ao geótopo. O geossistema está entre a 4ª e 5ª grandeza onde é percebido nesse nível de escala a maior frequência entre os fenômenos e suas interferências com os elementos da paisagem.

### 3.5 Cartografia Geomorfológica

Para a representação das formas, materiais e processos que envolvem o relevo e a dinâmica da paisagem, se fez necessário a utilização de mapas geomorfológicos. Como primeira etapa, a compartimentação topográfica deve ser feita na análise ambiental. Em muitos casos essa compartimentação resulta na realização de mapas temáticos, onde para a análise do meio físico, o geomorfológico é um dos mais utilizados (AB'SABER, 1969).

O mesmo autor complementa que a funcionalidade da dinâmica climática e a hidrodinâmica dos sistemas, são compreendidos através da compartimentação. Assim, a aplicabilidade da compartimentação do carste é exemplificada por Moura (1994) ao usar o

---

<sup>16</sup> SOTCHAVA, V. B. O estudo dos geossistemas. **Métodos em Questão**. São Paulo, n. 6, 1977. 50p.

relevo como referência para sua compartimentação e classificação, utilizando-se de uma carta geomorfológica, onde suas feições são caracterizadas por observações de campo.

O objetivo dos mapas geomorfológicos é de descrever, o mais detalhado possível, os seus elementos e seu modelado (TRICART, 1965<sup>17</sup> apud COLTRINARI, 1982), considerando primeiramente os grandes conjuntos das diversas unidades na paisagem (serras, maciços, planaltos, escarpas, entre outros), posteriormente se relaciona ao conjunto de formas que sofrem ação direta ou indireta do clima sobre o relevo (COLTRINARI, 1982).

Por influência do clima, tanto no passado quanto no presente, o relevo localiza-se em uma determinada estrutura (ROSS, 1992). Para seu entendimento deve-se levar em consideração os processos endógenos e exógenos, responsáveis pelas formações morfoestruturais e morfoesculturais, influenciadas pela tectônica das placas e pelo clima no relevo, respectivamente (DALMOLIN et al., 2013).

A análise do relevo é proporcionada pelo uso da cartografia geomorfológica, a qual permite a compressão de sua gênese, condições atuais e modificação ao longo do tempo, salientando a instabilidade de sua dinâmica, nos processos atuantes na superfície terrestre, tendo em conta suas singularidades (CASSETI, 2005; SILVA; VALE, 2014).

A compressão do funcionamento e sua relação com os vários componentes naturais, são pertinentes no entendimento do relevo e sua dinâmica. Ao representar esses fatos em mapas geomorfológicos, observa-se um grau de complexidade elevado se comparado aos demais mapas (ROSS, 1992). Essa complexidade é percebida, de forma clara, quando há um grande quantitativo de informações, de acordo com as formas que se contém (COLTRINARI, 1982).

Vários são os problemas referentes a elaboração e representação da cartografia geomorfológica, como a adequação da escala, estruturação hierárquica, simbologia, metodologia e fatores que influenciam na formação do relevo (LIMA et al., 2014).

O mapa deve conter uma boa resolução cartográfica, independente de quem o esteja usando, por ser um instrumento universal e acessível. Nele deve conter adequadamente seus aspectos geomorfológicos a serem georreferenciados no tempo e espaço (KOHLENER, 2001). Por apresentar uma quantidade e complexidade de informações, o mapa não possui uma padronização universal, sendo também dificultoso sua classificação e escolha apropriada da escala (SILVA; VALE, 2014; CUNHA; QUEIROZ, 2012). Ainda é trabalhoso chegar em um

---

<sup>17</sup> TRICART. J. *Principes et méthodes de la Géomorphologie*. Paris, Masson et Cie, 1965, 456 p.

modelo de interesse geomorfológico satisfatório, diferentemente de outros mapas temáticos (ROSS, 2010).

Um mapa não terá valor algum quando não confeccionado adequadamente, por não expor de forma clara sua interpretação, afetando seu uso prático (PANIZZA, 1978; ROSS, 1992). Primeiramente, um mapa morfológico deve ser representado dentro de uma escala comportável, que determinará o grau de detalhamento e a generalização de informações, além dos diferentes tamanhos e formas do relevo (ROSS, 1990). As dimensões das formas do relevo são primeiramente representadas, por conseguinte a sua morfogênese e morfocronologia, vinculadas diretamente à tipologia das formas (ROSS, 1992).

Referente a compatibilidade da escala, Coltrinari (1979) mostra que a representação dependerá da escolha da escala, pelo fato da cartografia geomorfológica configurar-se em categorias de fenômenos de dimensões diversas, abarcando os aspectos espaciais e temporais (COLTRINARI, 1982). Assim, Tricart (1965 apud COLTRINARI, 1982) exemplifica os diferentes níveis de escalas para cada tipo representação: para dimensões quilométricas, utiliza-se escalas pequenas (1: 500.000 e menores), limitando-se as influências das forças externas, já para detalhes (1: 5.000 a 1: 25.000 até mesmo 1:50.000 a 1:100.000 em alguns casos), são utilizados para representações que dão origem as formas, deixando o relevo em segundo plano.

A confecção do mapa geomorfológico é dificultosa, porém de grande importância no que se refere a estudos de relevo. Ao elaborá-lo há a necessidade da descrição do relevo, pontuando a natureza geomorfológica dos elementos, datando as formas. A aplicabilidade da cartografia geomorfológica é assegurada pelos mesmos preceitos da cartografia dos solos e da geologia, e que representam a concreticidade dos temas (tipos de solos e formações rochosas), com posterior descrição de informações relevantes da gênese, idade e demais características no corpo da legenda (ROSS, 2010).

Para a obtenção de sucesso nos resultados de uma cartografia geomorfológica de qualidade, deve-se não somente interpretar, identificar e descrever a padronização das formas do relevo, mas estabelecer relações entre processos antigos e recentes, estabelecendo sua gênese e cronologia (ROSS, 2010). Assim define-se os processos operantes das formas ativas, além da possibilidade de mensurar consequências geradas pelas ações antrópicas (CUNHA; QUEIROZ, 2012).

Ao se referir à questão taxonômica das formas do relevo é necessário estabelecer organização, ordenando tamanhos, formas e dinâmica do relevo terrestre. Inspirou-se na classificação de seres vivos, tal como na biologia, a qual obedece a níveis hierárquicos de

agrupamento genético, na geomorfologia nas décadas de 1950 e 1960 (ROSS, 1992). Uma base taxonômica e escalas adequadas devem ser utilizadas na operacionalização do mapeamento geomorfológico (ARGENTO, 1995).

A classificação taxonômica feita por Ross (1992) (Figura 10), propõe diferentes tamanhos para a fisionomia do relevo. São representadas as influências genéticas, indicando sua determinada idade. Assim, é levada em consideração a gênese e a idade das formas nesta taxonomia, e a dimensão da forma determina a sua idade. Para representar as unidades morfológicas, são consideradas a relação da dimensão cartográfica e topografia do terreno.

**Figura 10** - Unidades taxionômicas.

<b>Táxon</b>	<b>Unidade</b>	<b>Característica</b>
1° Táxon	Morfoestrutural	Maior forma de relevo, idade e história genética mais antiga que as Unidades Morfoescultural.
2° Táxon	Morfoescultural	Dimensão e idade inferior as da Unidade Morfoestrutural.
3° Táxon	Morfológicas ou de Padrões de Formas Semelhantes	Determinam o aspecto fisionômico decorrentes de processos erosivos recentes e posteriores aos que esculpiram os planaltos e depressões.
4° Táxon	Tipos de Formas de Relevo	Refere-se às formas de cada relevo das Unidades Morfológicas ou de Padrões de Formas Semelhantes.
5° Táxon	Tipos de Vertentes	Representa os tipos de vertentes contidos em cada relevo. Idade e gênese são mais jovens.
6° Táxon	Formas de Processos Atuais	Refere-se às formas de relevos menores e mais recentes que surgem ao longo das vertentes por processos geomórficos e por ação antrópica.

Fonte: ROSS (1992). Adaptado pelo autor.

Através da hierarquia por meio da classificação taxonômica (ROSS, 1992), níveis diferentes detém paisagens com características físicas e culturais homogêneas, sendo perceptíveis as formas do relevo.

Nem sempre os relevos cársticos se encontram em associação com rochas calcárias, pode-se encontrá-los em outras regiões. Sua formação específica se compartimenta em três domínios: exocarste, epicarste e endocarste (PILÓ, 2000). O primeiro apresenta tipologias variadas que compõem o relevo (BOGLI, 1980 apud PILÓ, 2000 p. 91). O epicarste situa-se na parte superior da rocha, e pode estar ou não latente por material inconsolidado. Compõe-se de um conjunto de fissuras alargadas pelos processos cársticos (PILÓ, 2000). O último abrange condutos subterrâneos e seus depósitos químicos, clásticos e de matéria orgânica (BÖGLI, 1980 apud PILÓ, 2000, p. 96).

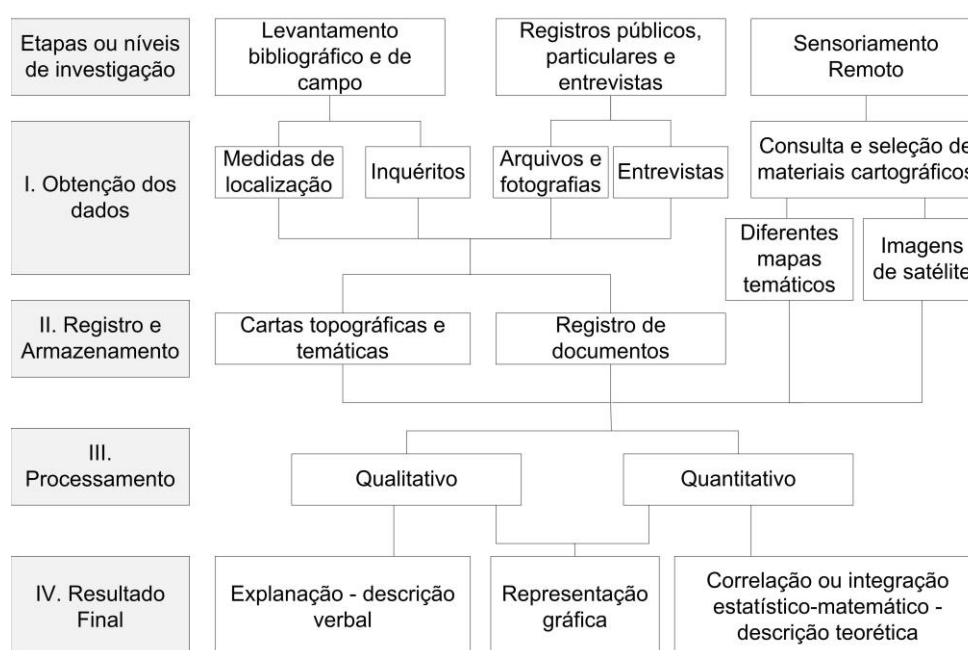
A importância da utilização da cartografia geomorfológica do carste é demonstrada por Kohler (1989), isso torna possível caracterizar, classificar e definir as feições cársticas e relevos não cársticos. Na representação do exocarste, são demonstrados elementos desta morfologia, além de se estabelecer também sua dinâmica oriunda do seu estágio de evolução, quando inserida em compartimentos fisiograficamente homogêneos, isso contribui na evolução do endocarste.

## 4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 4.1 Análise e descrição dos fluxos e processos

Pela natureza de organização desta dissertação, com os resultados em forma de artigos, este capítulo visa descrever de maneira mais detalhada os procedimentos metodológicos adotados para a realização da pesquisa, seguindo um organograma baseado naquele proposto por Abreu (1976), como visto na figura 11.

**Figura 11** - Fluxograma proposto por Abreu (1976).



Fonte: Abreu (1976). Adaptado pelo autor.

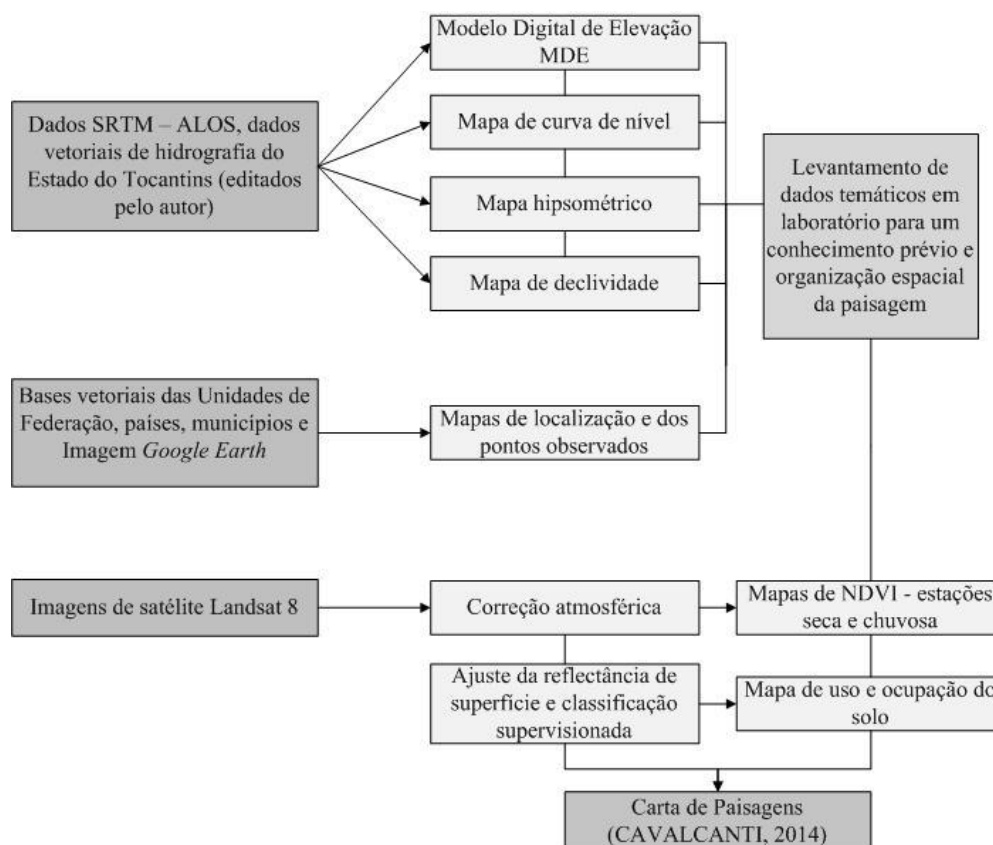
Inicialmente foi feito levantamento bibliográfico para embasamento teórico sobre os temas pertinentes à pesquisa. Posteriormente, observações de campo e registros fotográficos foram realizadas para obtenção e atualização das informações, além da descrição da paisagem, sendo relevante um levantamento de dados temáticos em laboratório para um conhecimento prévio e organização espacial da paisagem (CAVALCANTI, 2014), além de aplicação de entrevistas.

As técnicas de laboratório auxiliaram no planejamento, levantamento cartográfico e bibliográfico entre outras informações que antecedem o campo, além do tratamento e atualização das informações posteriores ao campo (VENTURI, 2005).

#### 4.1.1 Elaboração dos mapas

Os procedimentos metodológicos para a elaboração das Cartas de Paisagem (CAVALCANTI, 2014), foram descritos a seguir (Figura 12).

**Figura 12** - Fluxograma dos dados cartográficos utilizados e tratamento utilizado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por meio do *Google Earth*, com referência do mês de março de 2016, foi delimitada e georreferenciada a imagem para a confecção do mapa de localização. Foram definidos pontos com suas respectivas coordenadas (X e Y) da imagem matricial. Em seguida, análises de resíduos foram feitas para a correção dos erros, onde valores inferiores a 1 correspondem a um georreferenciamento bem-sucedido. Um mapa da área de estudo em tamanho A3 foi produzido para o auxílio na orientação de campo além de facilitar e identificar os pontos a serem visitados e inseridos de acordo com as necessidades.

As bases vetoriais das Unidades de Federação, municípios e dos países foram disponibilizadas no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Na Secretaria de Planejamento do Tocantins (SEPLAN - TO), foram coletados os dados vetoriais de



hidrografia do Estado do Tocantins, onde as posições dos vetores foram editadas para adequar-se aos mapas. Para a confecção de todos os mapas foi utilizado o *software* livre QGIS (versão 2.14.1).

Dados do satélite ALOS PALSAR, com resolução 12,5 m, contribuíram para análise mais detalhada da área e foram utilizados para a confecção dos mapas de curva de nível, hipsométrico, declividade, tendo como base o Modelo Digital de Elevação (MDE).

A princípio para as curvas de nível, foram analisadas as cartas topográficas matricial e vetorial em escala 1:100.000 da folha SD-23-V-B-IV referentes a Aurora do Norte, disponíveis no Banco de Dados Geográficos do Exército. No entanto, através do *software* QGIS 2.14.1 foram extraídas as curvas de níveis com equidistância de 10 m através do Modelo Digital de Elevação (MDE).

Segundo Bossle (2015), a declividade está relacionada com a medida de inclinação do relevo. Sua obtenção é feita entre os valores do desnível de altura entre dois pontos e a distância horizontal entre eles. O mapa de declividade foi confeccionado de acordo com a classificação proposta pela EMBRAPA (1999), onde porcentagens de 0 a 3% correspondem ao relevo Plano, de 3 a 8% ao relevo Suave Ondulado, de 8 a 20% relevo Ondulado, de 20 a 45% relevo Forte Ondulado, de 45 a 75% relevo Montanhoso e superiores a 75% relevo Escarpado.

Com a finalidade de observar a elevação do terreno, foi produzido o mapa hipsométrico.

#### 4.1.2 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) evidencia o vigor e a caracterização da vegetação de uma área. Seu resultado está relacionado à reflectância da vegetação entre as faixas do infravermelho próximo do visível. O estado da vegetação contribui para uma maior ou menor reflectância, onde estando sadia, a vegetação consegue absorver uma maior quantidade de luz visível, refletindo grande parte da luz infravermelha. Quando doente, a vegetação reflete mais luz visível e menos luz infravermelha (RODRIGUES et al., 2013).

Os resultados gerados variam entre os valores de -1 a 1, onde valores mais próximo de 1, indicativos de vegetação mais vigorosa, enquanto aqueles mais próximos de zero refere-se aos *pixels* que não representam a vegetação, ou seja, maior indício de presença de solos descobertos e rochas (RODRIGUES et al., 2013).

Para o cálculo do NDVI a partir de imagens do satélite Landsat 8, utiliza-se as bandas 4 e 5, referentes ao vermelho e infravermelho próximo, respectivamente. O cálculo é feito a partir da diferença entre as reflectâncias das bandas 4 (vermelho) e 5 (infravermelho próximo) dividido pela soma das reflectâncias dessas duas bandas, conforme a equação 1.

$$\text{NDVI} = \frac{\text{IV} - \text{V}}{\text{IV} + \text{V}} = [-1, 1]$$

**(Equação 1)**

Onde NDVI significa Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, IV significa Infravermelho e V significa vermelho.

Na confecção dos mapas de NDVI, foram utilizadas imagens do satélite Landsat 8 disponíveis no site *Earth Explorer*. Para o período seco foram utilizadas imagens com a órbita 220 e ponto 069, com data de passagem em 10 de setembro de 2015. Já para o período úmido foram utilizadas imagens com a órbita 220 e ponto 069, com data de passagem em 03 de novembro de 2016. Para a obtenção de uma melhor visualização, buscou-se imagens com o mínimo ou nenhuma presença de nuvens, por esse motivo, as imagens apresentam anos diferentes.

Foi realizada a correção atmosférica que está relacionada à influência da energia eletromagnética na atmosfera. Partículas de tamanhos variados presentes na atmosfera, como poeiras e gases, por exemplo, interferem na radiação dos alvos terrestres (PONZONI; SHIMABUKURO, 2010). Os efeitos diretos gerados pela absorção e do espalhamento atmosférico alteram o brilho da cena e diminuem o contraste entre os alvos, sendo objetivo da correção atmosférica a atenuação de tais interferências (ANTUNES et al., 2012).

Com o intuito de identificar, classificar e mensurar os elementos componentes na área de estudo, foi elaborado o mapa de uso e ocupação do solo. As imagens do Landsat 8 foram ajustadas para a reflectância de superfície e correção atmosférica antes da realização da classificação supervisionada. Com a criação de um *band set*, sendo uma única camada com todas as seis bandas, há a possibilidade de compor a imagem com diferentes combinações de bandas (*plugin SCP* associado ao QGIS).

Inúmeras combinações foram realizadas para uma melhor visualização das bandas, no entanto, a combinação com os melhores resultados foi o das bandas 5, 4 e 3, sendo a banda 5 referente a cor vermelha (*red*), a banda 4 referente a cor verde (*green*) e a banda 3 referente a cor azul (*blue*), obtendo-se uma falsa cor da imagem com o resultado satisfatório para análise

da classificação supervisionada. Após a classificação, edições e correções vetoriais foram realizadas para um resultado final condizente com as observações feitas em campo.

#### 4.1.3 Uso e ocupação

O procedimento de classificação permite identificar automaticamente os alvos através de amostras de *pixels* ou por meio de delimitação de parâmetros das imagens, permitindo o reconhecimento das características da superfície terrestre menos subjetivo e com maior potencial de repetição em situações subsequentes (NOVO, 2010).

A aplicabilidade dessa classificação exige ao usuário o conhecimento de alguma feição da área antes da execução do processo. Os procedimentos de classificação supervisionada são realizados por meio de uma “área de treinamento” que consiste em uma parte da imagem que compõem o alvo, onde os *pixels* selecionados formam um “conjunto de treinamento”. Por meio de modelos estatísticos são determinados os *pixels* similares (ABREU; COUTINHO, 2014).

A resolução do mapa está diretamente relacionada ao processo de classificação. Isso ocorre devido aos *pixels* apresentarem valores de cinza muito próximos ou mesmo iguais, dificultando a classificação até mesmo em alta resolução. Para isso, após feitos os procedimentos de classificação, muitas vezes é necessário a realização de uma retificação do produto por meio de edição manual, ou seja, seu refinamento, tendo em vista a correção dos erros de classificação (LUZ, 2002). Feita a classificação supervisionada, foram realizadas edições para suavizar e melhorar a aparência do mapa.

Os trabalhos de campo aconteceram de 19 a 22 de dezembro de 2016 e de 23 a 26 de setembro de 2017, sendo utilizado para as observações de campo o método de caminhada livre proposto por Cavalcanti (2014), que por apresentar maior flexibilidade, não segue um caminho definido, permitindo observar e analisar outros pontos de acordo com a acessibilidade da paisagem estudada.

Foram utilizadas imagens disponíveis no *Google Earth* para identificação dos pontos a serem verificados *in loco* e para a plotagem do mapa da área em tamanho A3 no *software* livre QGIS (versão 2.14.1), além da extração das coordenadas geográficas de cada ponto. Os pontos coletados em campo foram inseridos e ilustrados com fotografias.

Elementos como formas de relevo, drenagem, litologia, solos, sítios paisagísticos, vegetação e uso da terra, entre outras informações pertinentes para a caracterização da área, foram observados juntamente com auxílio de uma planilha para coleta de dados de campo

proposto por Leite (2001) a partir de Ross (2003) e Santos (2004) (Anexo A). Buscou-se com as observações, uma descrição da paisagem estudada (CAVALCANTI, 2014).

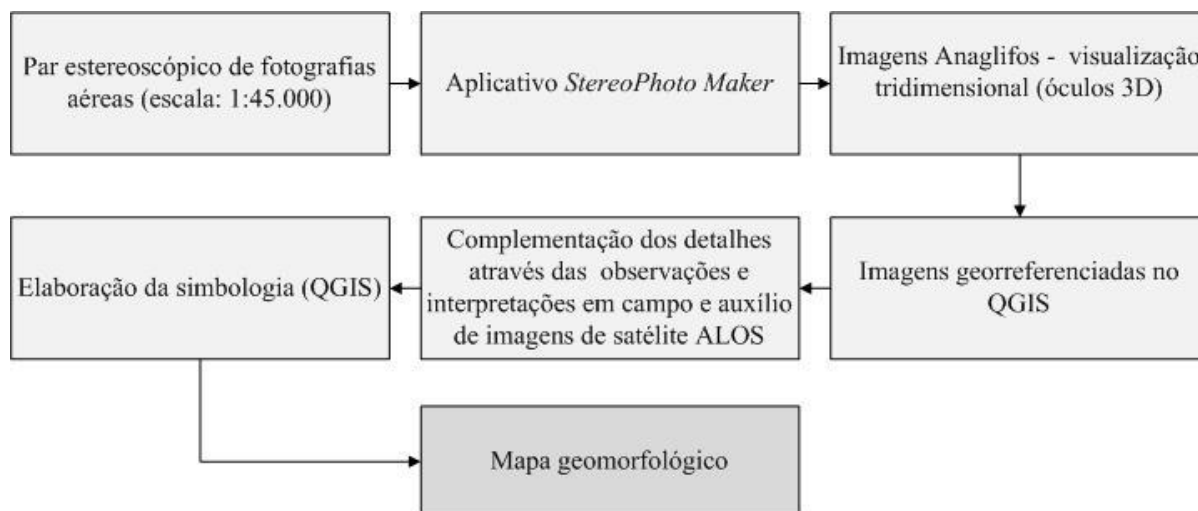
#### 4.1.4 Mapa morfológico do carste

Como produto das observações e interpretações em campo, foi confeccionado o mapa morfológico do carste, com referência nos mapas de fenômenos cársticos expostos por Moura (1994), Travassos (2010) e Ferreira (2015).

Além do QGIS, foram utilizados os pares estereoscópicos de fotografias aéreas que compõem o Projeto 226 do DNPM/DGM, e datam do ano de 1964, na escala aproximada 1:45.000, adquiridas junto à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) - Serviço Geológico do Brasil, em formato digital, como auxílio na elaboração do mapa de feições cársticas

Para auxiliar a interpretação e extração das curvas de nível, utilizou-se o Modelo Digital de Elevação (MDE) com base no satélite ALOS PALSAR, disponibilizado no *Alaska Satellite Facility* (ASF), aplicativo de uso livre *StereoPhoto Maker* (versão 4.34), óculos para visualização 3D (lentes nas cores vermelho e azul) e computador (Figuras 13 e 14).

**Figura 13** - Fluxograma da elaboração do mapa geomorfológico.



Fonte: Elaborado pelo autor.

**Figura 14 - Equipamentos utilizados**

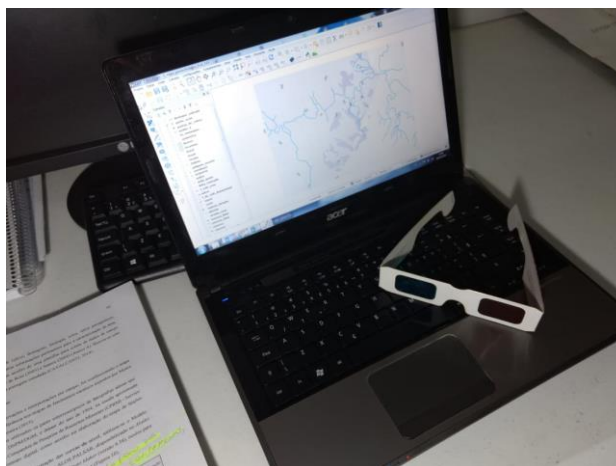
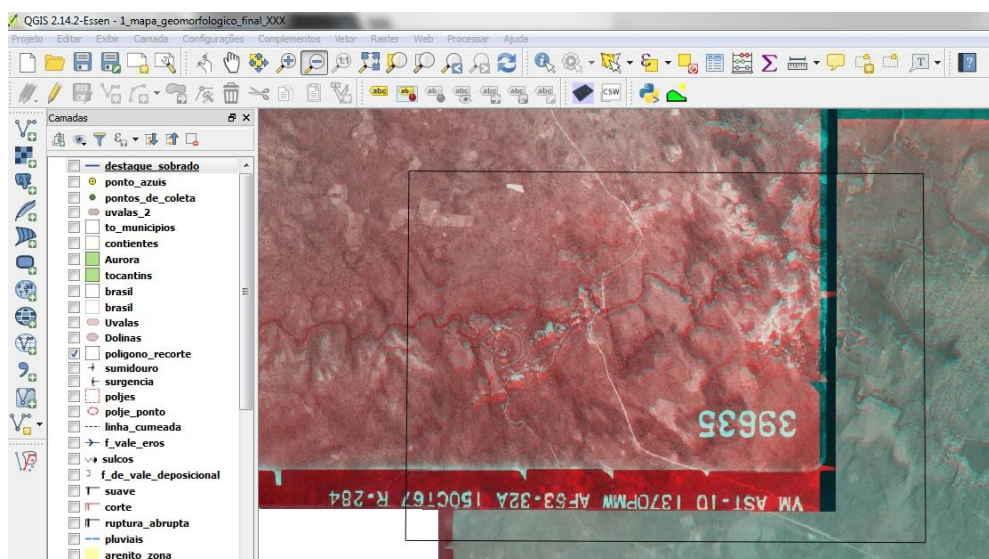


Foto: Luiz Ricardo F. Alves (2018).

O aplicativo *StereoPhoto Maker* proporcionou a geração de imagens Anaglifos em vermelho e azul, e para sua montagem foi sobreposto o par de fotografias. Com o uso dos óculos 3D foi possível a visualização do par estereoscópico (Figura 15). Ajustes foram feitos durante todo o processo com o intuito de proporcionar uma melhor visualização da imagem tridimensional (SOUZA; OLIVEIRA, 2012). As imagens foram salvas em formato *jpeg*, e com o auxílio dos óculos 3D, foram georreferenciadas no QGIS e fotointerpretadas no computador, além da criação da simbologia necessária.

**Figura 15 - Imagens Anaglifo georreferenciadas no QGIS**



Fonte: Luiz Ricardo F. Alves (2017).

Com o objetivo de facilitar a legibilidade das feições geomorfológicas, a simbologia que compõe a legenda apoiou-se nas propostas de Tricart (1965), Verstappen e Zuidan (1975), Paschoal et al. (2010), Ferreira (2015) e Dantas (2017). As informações foram distribuídas em quatro classes: dados litológicos, formas de vertentes e interflúvios, ação das águas correntes e formas exocársticas (PASCHOAL; CUNHA; CONCEIÇÃO, 2010). Estas últimas, identificadas em campo e representadas no mapa com simbologia específica.

A representação das formas exocársticas obedeceu aos seguintes procedimentos: as dolinas foram representadas por linhas contínuas de formato elíptico na cor vermelha e preenchimento na cor cinza. Os *Poljés* estão representados por linhas pontilhadas na cor vermelha e sem preenchimento, já os maciços calcários estão representados por hachuras em tom de cinza claro (TRAVASSOS, 2010; FERREIRA, 2015). Os sumidouros e surgências estão identificados por semicírculos com setas para direita (sumidouros) e para esquerda (surgência) (DANTAS, 2017), e por fim, as uvalas estão representadas pela junção de duas elipses, com linhas contínuas na cor vermelha e com preenchimento na cor cinza adaptadas com base na simbologia utilizada por Moura (1994).

Outros elementos e formas foram explorados com base em adaptações, como vertentes, linha de cumeada e introdução das curvas de nível com equidistância de 50 m (PASCHOAL, 2014).

Devido às restritas possibilidades de generalização dos mapeamentos disponíveis em escala pequena, os dados geológicos não puderam ser detalhados. As informações obtidas foram realizadas através de interpretações da carta geológica, com base nas informações geológicas da Folha SD. 23 (Brasília) disponível no Serviço Geológico do Brasil – CPRM (SOUZA et al., 2004).

Através de trabalho de campo, outros detalhes foram adicionados, e com o auxílio de imagens de satélite ALOS, reinterpretções foram feitas, resultando como produto final um mapa geomorfológico com escala de 1:25.000, com a realização de edições de acordo com Rodrigues (2005) e Paschoal et al. (2010).

Por meio da compartimentação do carste, foram identificados os domínios, principalmente referentes ao exocarste (KÖHLER, 2003). Ao serem identificados observou-se as variáveis responsáveis pela configuração do relevo. Ao se tratar das feições cársticas superficiais, são consideradas como positivas e negativas, a primeira relaciona-se aos maciços, torres, mogotes, entre outros, já a segunda refere-se a processos que envolvem atividades hídricas no epicarste, resultando na formação de feições como: dolinas, uvalas e *poljés* (GUARESCHI, 2012).

Com base na análise dos mapas hipsométrico, declividade e nas curvas de nível, realizou-se a compartimentação. Perfis topográficos foram gerados para destaque dos diferentes domínios do relevo cárstico e sua dinâmica, no que diz respeito a relação entre as áreas de recarga e descarga (KÖHLER; CASTRO, 2013).

#### 4.1.5 Aplicação das entrevistas

Para a obtenção das informações sobre o local, com o intuito de observar o atual estado em que se encontra o Azeite e a paisagem cárstica em seu entorno, além do conhecimento obtido em campo (ocorrido entre os dias 23 a 26 de setembro de 2017), foi realizada uma entrevista do tipo semiestruturada com os moradores e comerciantes.

Através dos dados fornecidos pelos entrevistados, foi possível a interpretação e compreensão dos acontecimentos históricos responsáveis pela transformação da paisagem, onde foi possível explorar não apenas as opiniões dos entrevistados, mas também as diferentes representações acerca da paisagem em questão (GASKELL, 2014).

A aplicação das entrevistas é de caráter qualitativo, buscando contemplar a compreensão do sistema de exploração antrópica (BERTRAND, 2004). Destacou-se as consequências das atividades humanas nas paisagens através das percepções expostas por Bolós (1981).

Questões relacionadas com os cuidados com a linguagem, forma e sequência das perguntas nos roteiros e disponibilidade dos entrevistados, entre outros aspectos, foram levados em consideração para se atingir os objetivos propostos do trabalho (LAKATOS, 1996; MANZINI, 2003; MANZINI, 2004).

A aplicação da entrevista semiestruturada possibilitou não apenas a explicação e compreensão da totalidade, mas também novos questionamentos e a descrição dos fenômenos (TRIVIÑOS, 1987).

O uso de tópicos guia permitiu desenvolver um diálogo para a obtenção das informações necessárias, por ser mais flexível e não apresentar perguntas diretas, contribuiu também no controle do tempo e o andamento da entrevista, sempre se preocupando com o bem-estar e confiança dos entrevistados (GASKELL, 2014; BONI; QUARESMA, 2005). Levou-se em consideração a criação de uma atmosfera amistosa, com cuidado para a não discordância das opiniões dos entrevistados, sempre demonstrando neutralidade perante as questões (GOLDENBERG, 1997).

A elaboração do roteiro focou em perguntas principais, mas que possibilitassem questionamentos relevantes às circunstâncias no momento da entrevista. Dessa forma, obteve-se as respostas de forma mais livre, não tendo uma padronização de alternativas (MANZINI, 1990/1991). Para as questões que não apresentavam clareza ao entrevistado, quando o mesmo apresentou alguma dificuldade ou quando em determinados momentos o mesmo desviou-se do tema, foram feitas perguntas adicionais (BONI; QUARESMA, 2005).

Com o intuito de contemplar a paisagem cárstica no entorno do rio Azuis, e como os entrevistados percebem tais alterações sofridas ao longo do tempo, além da importância da paisagem em seu cotidiano, foram elaboradas 13 (treze) perguntas, sendo no total, 6 entrevistados (Figura 16). As entrevistas buscaram uma maior liberdade para os entrevistados, proporcionando respostas espontâneas além de permitir o acréscimo de informações relevantes à pesquisa (BONI; QUARESMA, 2005).

**Figura 16** - Perguntas realizadas durante o campo.

<b>Perguntas realizadas</b>
1. Descreva como você percebe/imagina o lugar onde você mora.
2. Como era essa área no passado?
3. Sobre o lugar onde você mora, qual é a primeira imagem que você visualiza?
4. Até onde você considera a área do rio Azuis?
5. Qual é a importância do rio Azuis no seu dia a dia?
6. Como você percebe a atuação das pessoas sobre o uso do meio ambiente do rio Azuis?
7. Como se avalia a situação do meio ambiente neste local? (Está boa? Ruim? Por quê?).
8. Como você pensa o futuro do rio Azuis?
9. Você tem algum registro fotográfico que mostre mudanças da paisagem?
10. Se você fosse divulgar o turismo desta área, quais fotografias você selecionaria?
11. Quais paisagens você acha que deveriam ser fotografadas porque daqui a algum tempo elas não existirão mais? Em sua opinião, por quais motivos esta (s) paisagem (ens) deixará (ão) de existir?
12. Qual imagem (ens) o senhor (a) levaria deste lugar em caso de uma mudança amanhã? Por que esta imagem?
13. Quais paisagens, ou quais elementos da paisagem lhe choca mais. Qualquer coisa que você considere negativo e que você gostaria que desaparecesse.

Fonte: Elaborado pelo autor.



## 5. RESULTADOS

### 5.1. Compartimentação geomorfológica e características físicas da área cárstica no entorno do rio Azuis, Aurora do Tocantins – TO

(Artigo a ser submetido à Revista Brasileira de Geografia Física. Autores: Luiz Ricardo Ferreira Alves; Fernando Morais).

#### 5.1.1. Resumo

O presente estudo buscou elaborar uma análise geomorfológica da área cárstica do entorno do rio Azuis, situado no município de Aurora do Tocantins, região sudeste do Estado do Tocantins, com o objetivo de analisar não apenas o relevo, mas identificar suas feições para a compreensão das características físicas com base na tríade materiais – processos – formas. O município apresenta grande importância para o estado, por apresentar inúmeras feições geomorfológicas exocársticas e endocársticas, além das atividades turísticas, com destaque para o rio Azuis, caracterizado por seus atributos cênicos e águas cristalinas em tons de azul. Para a elaboração do mapa, as interpretações das informações foram feitas com base em imagem Anaglifo, com visualização em três dimensões, auxílio de imagem de satélite ALOS PALSAR, *Google Earth*, além de trabalhos de campo para atualização e complementação das informações. Como resultado, foi gerado um mapa geomorfológico com escala de detalhe de 1:25.000. Notou-se com os trabalhos de campo, juntamente com o mapeamento geomorfológico, a presença de inúmeras feições exocársticas como maciços calcários, surgências, sumidouros, dolinas, uvalas e *poljés*. Inúmeros processos responsáveis pela configuração do relevo foram identificados, sendo uma área com grande potencial no que diz respeito ao estudo do carste, além de atrativos naturais.

#### 5.1.2. Abstract

This paper presents a geomorphological analysis of the karst area around the river Azuis, located in the municipality of Aurora do Tocantins, southeastern region of the State of Tocantins. Beside the morphological analysis, it was identified the physical characteristics based on the triad materials - processes - forms. The region has great importance for the State, as numerous exokarst and endokarst geomorphologic features, tourist activities, emphasizing the river Azuis, characterized by its scenic attributes and crystalline in shades of blue. Waters

the map, was based on Anaglyph image, with 3D view, ALOS PALSAR satellite imagery aid, Google Earth, in addition to fieldwork for updating and complementing the information. As a result, a geomorphological map with a detail scale of 1: 25,000 was generated. The presence of numerous exokarst features such as massive calcareous, upwellings, sinks, dolines, uvalas and poljes were observed through fieldwork, along with the geomorphological mapping. Numerous processes responsible for the geomorphological configuration were identified, being an area with great potential regarding the study of karst, in addition to natural attractions.

### 5.1.3. Introdução

O sistema cárstico é um ambiente com topografia específica, originado da dissolução de rochas calcárias ou dolomíticas, com presença de drenagem de sentido predominantemente vertical e subterrâneo, resultando em paisagens com aspectos ruiniformes e esburacados (CHRISTOFOLETTI, 1980; BIGARELLA, 2007). Esses processos resultam em feições superficiais do terreno bem peculiares, como depressões fechadas, dolinas, solos típicos, além de sistemas de cavernas em terrenos com ausência ou escassez de drenagem (SUGUIO, 2010; SALLUN FILHO; KARMANN, 2012).

Os processos químicos, como a corrosão, e os processos físicos, como os abatimentos do endocarste, condicionam a evolução e dinâmica dos relevos cársticos. O grau de dissolução da rocha, a quantidade e a qualidade de água relacionam-se com a gênese e evolução desse tipo de paisagem, estando associadas também às características ambientais da superfície terrestre (KOHLENER, 2003).

Assim como os processos químicos, os processos físicos são responsáveis pela degradação mecânica e contribuem na modelagem do carste, mesmo não sendo predominantes, mas que em parte, influenciam no abatimento do endocarste e nos desabamentos de blocos situados em paredões e nas entradas de cavernas (KOHLENER, 1989).

Há a possibilidade de caracterizar, classificar e definir as feições cársticas e relevos não cársticos, através da cartografia geomorfológica. Ao representar o exocarste, demonstrase elementos desta morfologia, estabelecendo também sua dinâmica originada do seu estágio de evolução, e ao ser introduzida em compartimentos fisiograficamente homogêneos, contribui para a evolução do endocarste (KOHLENER, 1989). Assim, sua compartimentação pode ser feita em três domínios: exocarste (carste superficial), epicarste (carste subsuperficial) e endocarste (carste subterrâneo) (PILÓ, 2000).

O carste superficial (exocarste), pode apresentar diversas feições como: dolinas, uvalas, *poljés*, torres, verrugas e maciços (KOHLENER, 2003). O carste subsuperficial (epicarste) está localizado logo abaixo da superfície, entre o solo (quando existente) e a rocha calcária, na parte superior da zona vadosa (FORD; WILLIAMS, 2007; PILÓ; AULER, 2011), por fim, o carste subterrâneo (endocarste) constitui as zonas vadosa e freática, compreendendo as formas de corrosão associadas às rochas solúveis, tais como as cavernas e seus espeleotemas (KOHLENER, 2003; SUGUIO, 2010).

O uso da cartografia geomorfológica é fundamental para análise do relevo, proporcionando a compreensão de sua gênese, condições atuais e modificações ao longo do tempo, com destaque para a instabilidade de sua dinâmica, levando em conta suas singularidades (CASSETI, 2005; SILVA; VALE, 2014).

A obtenção satisfatória dos resultados de uma cartografia geomorfológica de qualidade deve estar voltada não apenas na interpretação, identificação e descrição dos padrões das formas de relevo, mas relacionar-se com os processos antigos e recentes, sendo estabelecida sua gênese a cronologia (ROSS, 2010). Dessa forma, são definidos os processos que operam de forma ativa, possibilitando a mensuração das consequências proporcionadas pelas ações humanas (CUNHA; QUEIROZ, 2012).

A área de estudo encontra-se na porção sudeste do estado do Tocantins, onde estão presentes as maiores incidências cársticas do estado. O rio Azuis se destaca por apresentar atributos cênicos proporcionados por esse tipo de geomorfologia. Encontra-se em seu entorno inúmeras feições exocársticas como dolinas, uvalas, maciços calcários entre outras feições, e mesmo não fazendo parte da área de estudo, em suas proximidades, possui um grande potencial espeleológico.

A realização deste trabalho, irá não apenas destacar as potencialidades cársticas do município, mas também contribuirá para futuros estudos referentes a evolução do conhecimento sobre a geomorfologia cárstica.

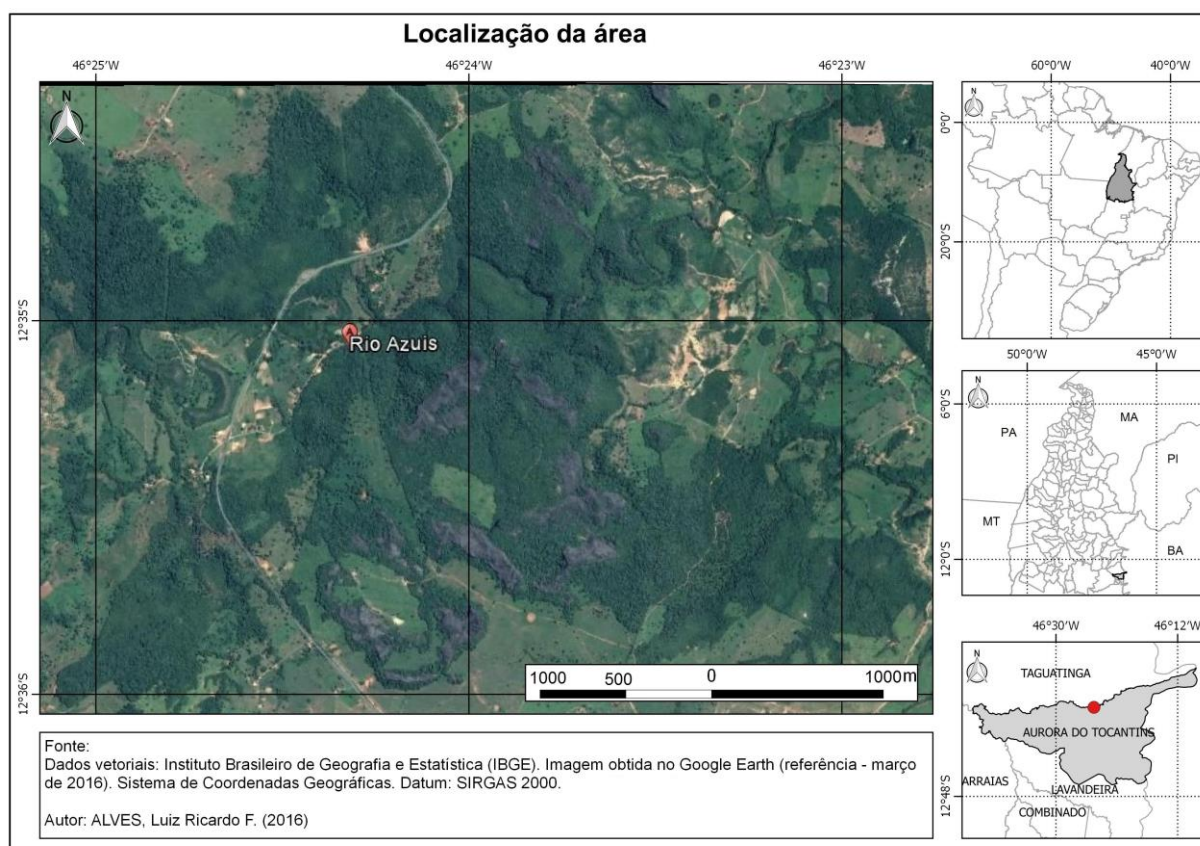
Nesse contexto, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de produzir um mapa morfológico do carste com escala detalhada de 1:25.000 para análise do relevo além de identificar suas feições, buscando o entendimento das características físicas da área a partir da tríade materiais – processos – formas (HART, 1986; TRICART, 1977). Para a identificação do carste superficial e seus diferentes domínios, foi realizada a compartimentação geomorfológica (KOHLENER, 2013).

#### 5.1.4. Área de estudo

A área de estudo localiza-se na porção sudeste do estado do Tocantins, situada a 562 km da capital Palmas e a 15,5 km da sede de Aurora do Tocantins. Abrange o entorno do rio Azuis onde situam a maioria das rochas carbonáticas, perfazendo um total de 21,364 km<sup>2</sup> (Figura 17).

É uma surgência cárstica com apenas 137 m de extensão que possui atributos cênicos que atraem as atividades turísticas (MORAIS, 2013). O município de Aurora do Tocantins possui um grande potencial espeleológico no Estado, tendo o quarto maior acervo endocárstico do Brasil (MORAIS, 2013; MÜLLER et al., 2013).

**Figura 17 - Localização da área de estudo.**



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com afloramentos rochosos de dimensões significativas, a área apresenta feições exocársticas, que são utilizadas para atividades turísticas, que necessitam de cuidados ambientais (SILVA, 2012).

No que diz respeito à geologia, o município de Aurora do Tocantins pertence à Bacia Sedimentar Sanfranciscana e situa-se na margem da Serra Geral, com presença de rochas areníticas (Grupo Urucuia) e calcários (Grupo Bambuí) (SILVA; MORAIS, 2016). A área de estudo localiza-se no Grupo Bambuí, composto pela Formação Lagoa do Jacaré, constituída por calcário, calcarenito odoroso, marga e siltito, e pelo Subgrupo Paraopeba, constituído por calcarenito, dolomito, ritmito, marga, argilito, calcarenito odoroso, siltito, arcóseo e calcário (SOUZA et al., 2004).

No tocante ao clima e vegetação, o primeiro caracteriza-se por se tropical equatorial com elevadas amplitudes térmicas e variação de temperatura de 20 a 40° graus (INVITUR, 2008), e a segunda constitui de Floresta Ombrófila e Savana Estépica (SEPLAN, 2008).

#### 5.1.5. Materiais e Métodos

Inicialmente, em laboratório, organizou-se as informações espaciais da área de estudo (CAVALCANTI, 2014), para a definição dos pontos a serem analisados e os procedimentos para a execução dos trabalhos de campo.

Foram utilizados: o *software* livre QGIS (versão 2.14.1), par estereoscópico de fotografias aéreas do Projeto 226 do DNPM/DGM que datam do ano de 1964, na escala aproximada 1:45.000, adquiridas junto à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) - Serviço Geológico do Brasil, em formato digital, Modelo Digital de Elevação (MDE) com base no satélite ALOS PALSAR, disponibilizado no *Alaska Satellite Facility* (ASF) para auxílio na interpretação e extração das curvas de nível, aplicativo de uso livre *StereoPhoto Maker* (versão 4.34), óculos para visualização 3D (lentes nas cores vermelho e azul) e notebook.

Através do aplicativo *StereoPhoto Maker*, foram geradas imagens Anaglifos em vermelho e azul, onde para a montagem foi realizado a sobreposição do par de fotografias aéreas. Durante o processo, foram feitos ajustes para uma melhor visualização da imagem tridimensional no par estereoscópico. A interpretação das imagens se deu com a utilização dos óculos 3D (SOUZA; OLIVEIRA, 2012).

Logo em seguida, as imagens foram salvas em formato *jpeg*, e com o auxílio dos óculos 3D, foram georreferenciadas no QGIS e fotointerpretadas na tela do *notebook*, sendo criada também toda a simbologia necessária.

A simbologia que compõem a legenda foi utilizada com o propósito de facilitar a legibilidade das feições geomorfológicas mapeadas de acordo com Tricart (1965), Verstappen

e Zuidan (1975), Paschoal et al. (2010) e Dantas (2017), sendo distribuídas em quatro classes: dados litológicos, formas de vertentes e interflúvios, ação das águas correntes e formas exocársticas (PASCHOAL; CUNHA; CONCEIÇÃO, 2010). Estas últimas, identificadas em campo e representadas no mapa com simbologia específica.

Adaptações foram realizadas com o intuito de se explorar mais elementos e formas, como por exemplo: formas de vertentes e linha de cumeada além da introdução das curvas de nível com equidistância de 50 m (PASCHOAL, 2014).

As informações referentes a geologia não puderam ser cartografadas em detalhe devido às restritas possibilidades de generalização dos mapeamentos disponíveis em escala pequena, porém por meio da interpretação dos dados que compõem a carta geológica, foi possível identificar o tipo de litologia que aflora na área de estudo, com base nas informações geológicas na folha SD. 23 (Brasília), disponível no Serviço Geológico do Brasil – CPRM (SOUZA et al., 2004).

Detalhes posteriores foram adicionados com o auxílio de trabalho de campo, sendo indispensáveis (RODRIGUES, 2005), além de interpretação com o auxílio de imagens de satélite ALOS PALSAR, tendo como produto final um mapa com escala de 1:25.000, sendo editado de acordo Paschoal et al. (2010).

Para a identificação dos domínios, principalmente referente ao carste superficial (exocarste), foi realizado a compartimentação com o objetivo de identificar as diferentes feições e as variáveis responsáveis pela configuração do relevo (KOHLENER, 2013).

A compartimentação foi realizada com base nas curvas de nível e pela análise dos mapas hipsométrico e declividade. Foram gerados perfis topográficos, destacando os diferentes domínios do relevo cárstico, com o objetivo de analisar a relação entre as áreas de recarga e descarga, na dinâmica do sistema cárstico (KOHLENER; CASTRO, 2013).

Com base nas análises dos resultados obtidos, foi gerado o mapa geomorfológico do carste, partindo-se dos mapas de fenômenos cársticos propostos por Moura (1994), Travassos (2010) e Ferreira (2015).

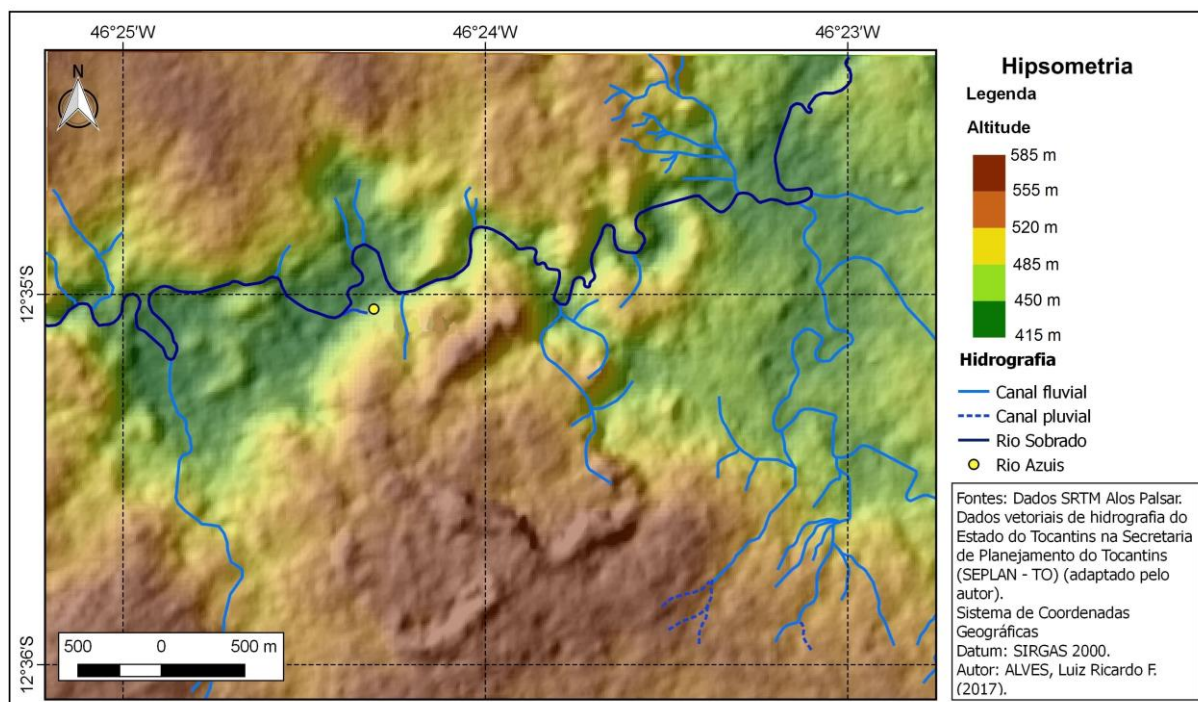
#### 5.1.6. Resultados e discussões

A topografia da área de estudo apresenta cotas altimétricas que variam de 415 a 585 m, com maior predominância de relevo suave ondulado a ondulado, com trechos fortemente ondulado a montanhoso em pontos isolados e em menor presença, e menos ainda, escarpado,

onde grande parte do relevo é constituído de maciços calcários e feições cársticas (Figuras 18 e 19).

As cotas altimétricas mais elevadas estão situadas nos topos dos *poljês*, localizados na parte centro-sul. As menores altitudes se encontram nas planícies de inundação, nas proximidades dos rios Sobrado e Azuis, localizadas na parte norte.

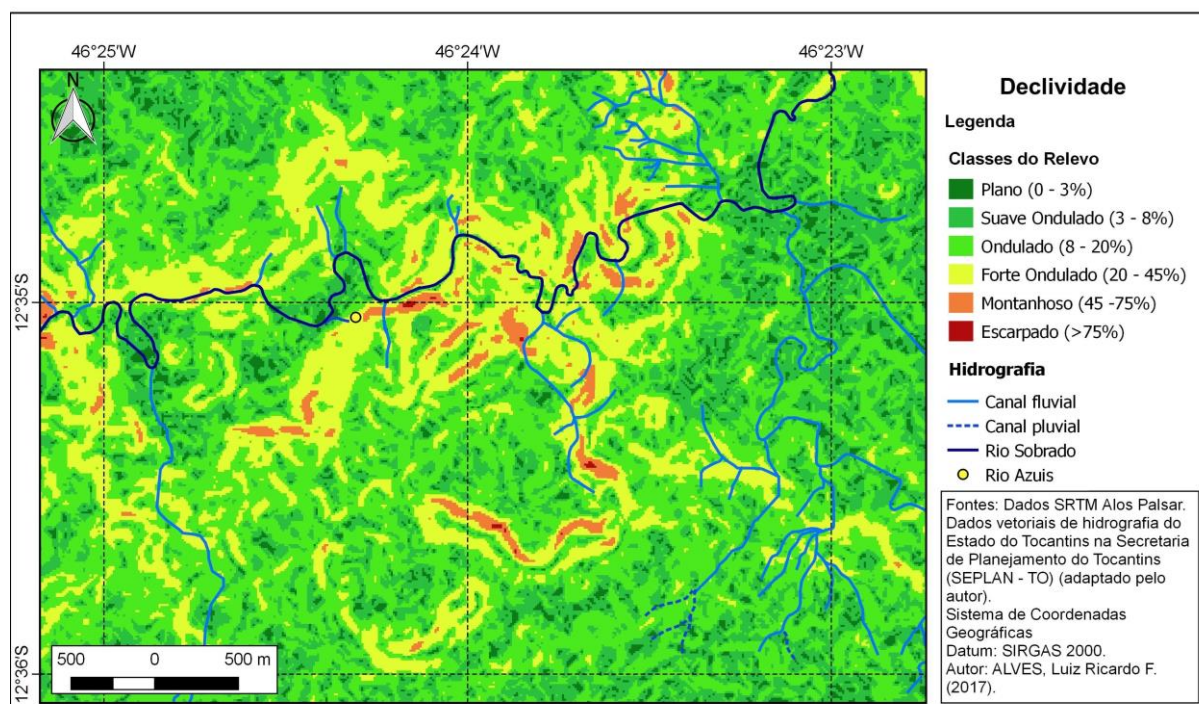
**Figura 18** - Mapa hipsométrico da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor.



**Figura 19** - Mapa de declividade da área de estudo.



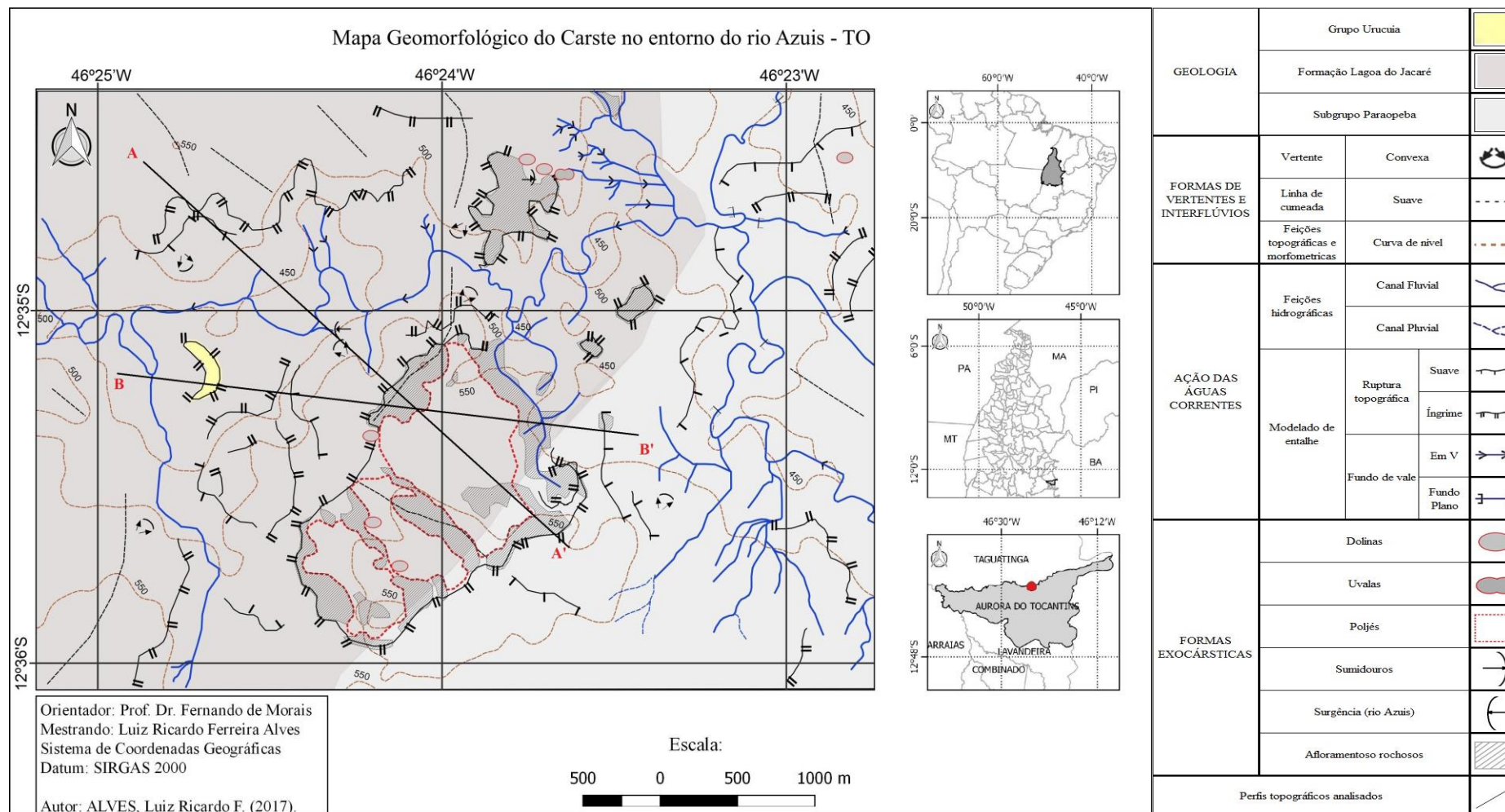
Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com a dimensão das formas, é preciso distingui-las, sendo elas amontoados rochosos, dolinas entre outras feições, podendo apresentar centenas de metros, e as microformas como os lapiás (TRICART, 1965). Assim, foram observadas feições desses dois tipos na área estudada.

A ocorrência dos maciços calcários estão principalmente entre as cotas altimétricas 520 e 585 m, concentrados em sua maioria, na parte central da área, sendo possível percebê-los, de forma esporádica, em outras localidades. Em alguns pontos nota-se a presença de lapiás, na parte superior e laterais dos maciços, e planícies cársticas (*poljés*) (Figura 20). O calcário se encontra bem visível, principalmente nos pontos com as maiores altitudes, porém em outros locais este se encontra envolto de cobertura pedológica.



**Figura 20 - Mapa geomorfológico da área cárstica do entorno do rio Azuis.**



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na porção nordeste notou-se formas erosivas resultantes da ação de processos físicos e químicos, principalmente por meio de corrosão das rochas calcárias, sendo a porção com a maior variedade de feições cársticas. Processos de dolinamento na baixa encosta foram observados (Figura 21a), além da presença de microformas, como lapiás (Figura 21b). São caracterizadas por sua fase de juventude, sendo seu desenvolvimento típico de áreas calcárias, diferente das desenvolvidas em dolomitos e evaporitos (BIGARELLA, 2007).

**Figura 21** - a - Processo de dolinamento, b – Rocha sulcada de lapiás.

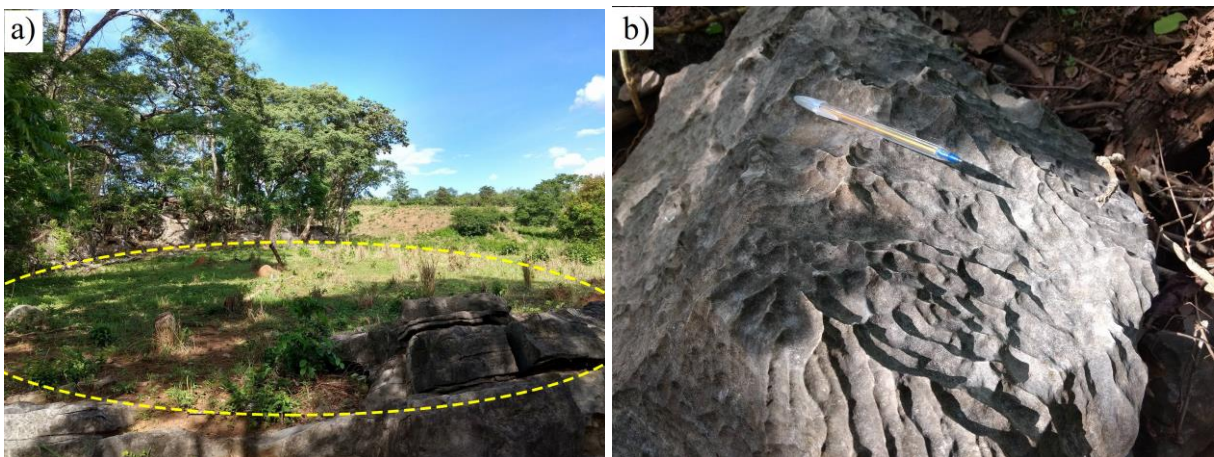


Foto: Luiz Ricardo F. Alves (2017).

Os lapiás (*Karren*) encontrados, são típicos de locais onde o carste se encontra exposto. Apresentam dimensões variadas, os quais foram formados por influência dos processos de dissolução, caracterizados por caneluras que configuram a superfície das rochas calcárias, sendo do tipo lapiás em sulco (*Rinnenkarren*). Processos de sulcagem ocorrem nesse tipo de feição devido aos escoamentos superficiais concentrados em trechos onde as rochas se encontram verticalizadas. Os lapiás identificados possuem um padrão paralelo, com arestas agudas e fundo levemente arredondado (RODRIGUES, 2012; TRAVASSOS, 2015).

Macro formas foram identificadas envolvendo processos de corrosão por meio de percolação da água composta de gás carbônico e ácidos húmicos em solução, caracterizando as dolinas, principalmente em áreas com declividade ondulada a forte ondulada com variações das cotas altimétricas entre 450 a 530 m, porém, ocasionalmente podem ser vistas em toda área. Em algumas delas ainda há porção florestal, porém em outras, a vegetação foi suprimida para reaproveitamento de represamento, construção de estradas em suas proximidades além de introdução de linhas de transmissão e prática de pecuária.

Em outros pontos onde o relevo caracteriza-se por suave ondulado para ondulado e situadas na encosta na porção sul, foram identificadas dolinas aplainadas com vegetação densa, sendo o local mal drenado pelo fato do represamento de água em alguns pontos, além da existência de brejos (ALVES; MORAIS, 2017). Neste ponto é possível visualizar a parte superior do flanco do escarpamento calcário da porção sudeste do *poljé*, situado na porção centro-sul da área de estudo.

Foram observadas dolinas e rochas carbonáticas com cobertura pedológica (ALVES; MORAIS, 2017). Nesse tipo de dolina, são provenientes depósitos espessos de solo que recobrem o carste, ocasionando seu afundamento com material coluvial, caracterizada como dolina de subsidência (BIGARELLA, 2007).

As dolinas de colapso surgem em consequência da dissolução no contato do solo com a rocha ou no endocarste, e pelo transporte de materiais para as partes internas. Devido à expansão constante, influenciada por esse processo, há a perda de sustentação resultando em seu colapso, normalmente abrupto (BIGARELLA, 2007).

Afloramentos de pelitos foram encontrados em contato com o calcário nas cotas altimétricas 415 a 450 m. Estes afloramentos pelíticos são tangenciados por sedimentos não consolidados que compõem planícies de inundação do rio Sobrado, com destaque para porção à margem esquerda deste mesmo rio, onde são observadas as principais intervenções antrópicas na conformação do relevo, e também onde está assentada a maioria das estruturas que constituem o povoado Azuis (ALVES; MORAIS, 2017).

Depressões mais evoluídas e amplas que as dolinas foram também encontradas na porção noroeste da área de estudo, caracterizando as uvalas (BIGARELLA, 2007). A presença desse tipo de feição demonstra um grau de evolução do carste maior que das dolinas.

Na área de estudo foram encontrados sumidouros, caracterizados pela influência do aumento da capacidade de absorção de água e a penetração de curso de água no subsolo (Figura 22). Esse tipo de feição também foi observado no fundo de dolinas, estando associadas a canais fluviais intermitentes e também em algumas uvalas. Não apenas as cotas altimétricas foram levadas em consideração, mas também as zonas de recarga na ocorrência desses sumidouros.



**Figura 22 - Sumidouros.**



Foto: Luiz Ricardo F. Alves (2017).

Em outros pontos ainda foram encontrados blocos de matação e condutos no acamamento rochoso. Na parte superior do carste, há a ação bioquímica através do intemperismo biológico com presença de árvores de porte médio a alto além de cactáceas, os quais resultam em alargamento das diaclases por meio das raízes, permitindo uma infiltração mais acelerada nestes locais.

Na porção centro-noroeste destaca-se a surgência cárstica do rio Azuis, com variação altimétrica entre 415 a 480 m, com declividade plana a suave ondulada. Encontra-se no nível de base local com o encontro do rio Sobrado. É uma área que possui um solo mais orgânico, e destaca-se pelo desenvolvimento de atividades turísticas (Figura 23a e 23b).

**Figura 23 - a - Surgência cárstica: rio Azuis, b – Foz do rio Azuis.**

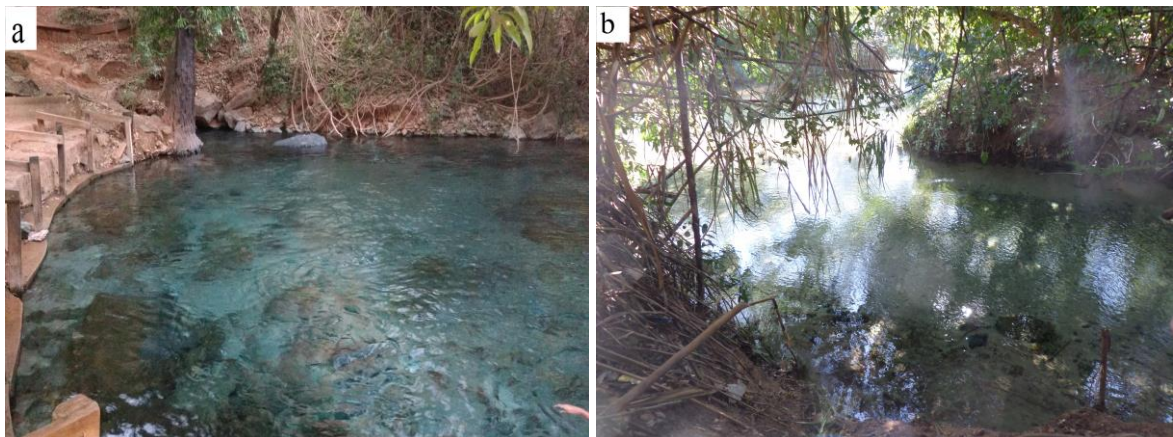


Foto: Luiz Ricardo F. Alves (2017).

Por influência da sua declividade, predomina-se o processo superficial do tipo deposicional. A surgência situa-se no sopé da encosta, com litotipo característico de carbonato. Em suas proximidades, pode-se notar a exumação do carste em consequência dos processos erosivos. Há pelitos em contato com os carbonatos no sopé da encosta e depósitos aluviais próximos à drenagem. Em outros trechos, nota-se a presença de calcarenito com níveis de conglomerados compondo morrotes (ALVES; MORAIS, 2017).

Na porção central com cotas altimétricas que variam 480 a 585 m e declividade ondulada a forte ondulada, com trechos mais elevados, e em uma porcentagem mínima escarpada nas partes superiores, concentram-se vários maciços calcários, sendo também observados isoladamente em toda a área de estudo. Muitos destes afloramentos calcários constituem bordas de *poljés* de variadas dimensões distribuídos pela área estudada, com destaque para três destas feições poligonais contíguas que parecem contribuir para a recarga do rio Azuis, na porção centro-sul da área (Figura 20).

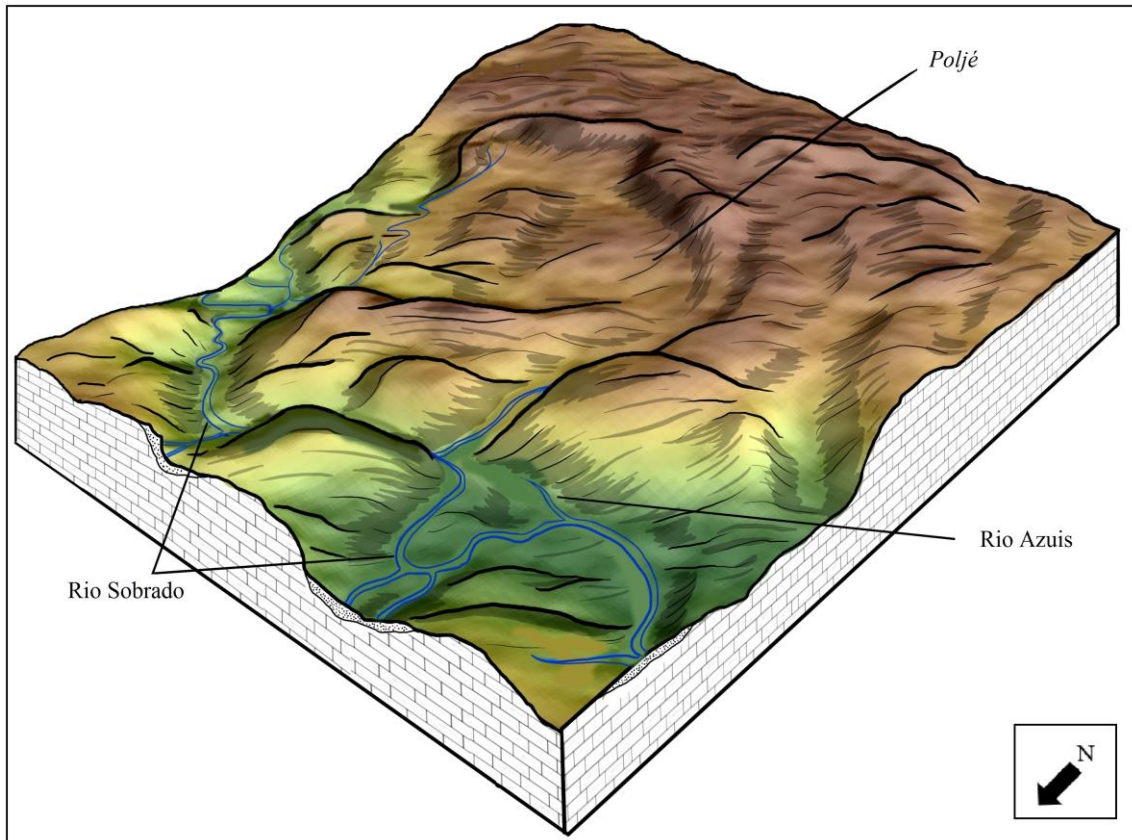
Na porção sudoeste com cotas altimétricas variando de 415 a 485 m na parte superior e 520 a 585 m na parte inferior, predomina o relevo ondulado com rochas calcárias em exumação, expondo inúmeros blocos centimétricos além de dolinas margeadas por vegetação. Depósitos recentes do Quaternário sobrepõem o calcário presente nessa porção. Dolinas de contato foram identificadas onde o carste foi exumado, sendo observado a presença de pelitos (ALVES; MORAIS, 2017).

Já na porção sudeste, com cotas altimétricas que variam de 415 a 485 m ao norte e 520 a 555 m ao sul, encontram-se afloramentos rochosos de calcário e dolinas com bordas suavizadas, sendo o calcário revestido com cobertura pedológica. Existe uma dolina com drenagem efêmera sem curso de água permanente. Por influência de processos erosivos em sulcos e em lençóis, há a exumação das rochas carbonáticas (ALVES; MORAIS, 2017).

Com base na visão paradigmática de Ford e Williams (2007) sobre o sistema cárstico, a área de estudo foi compartimentada geomorfologicamente de maneira a individualizar seus domínios. Tal compartimentação tomou como base também os exercícios propostos por Kohler (2013). Assim, é possível notar a partir das figuras 24, 25 e 26 que a área de recarga corresponde à porção sul (A' e B') da área, onde se destacam as feições exocársticas (dolinas, uvalas e *poljés*).

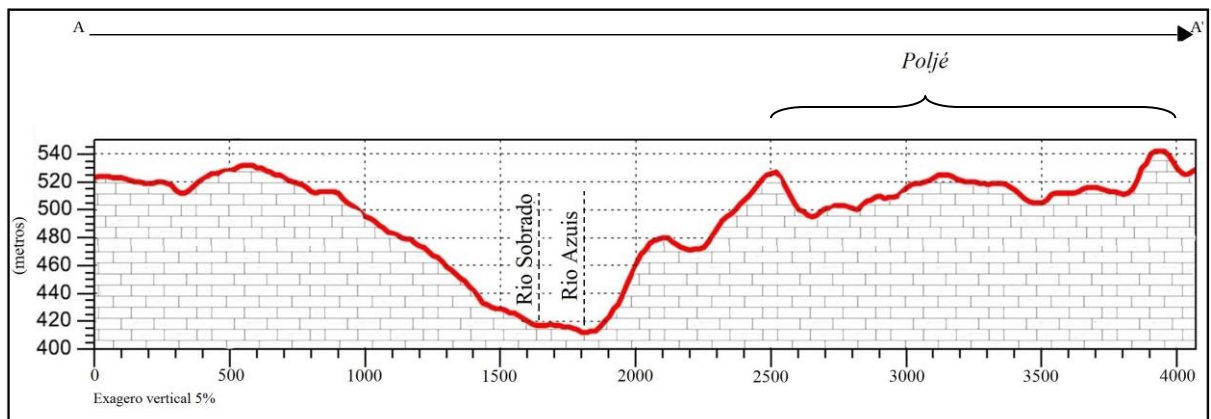
Os limites do carste com as áreas vizinhas muitas vezes se dá de maneira clara. Ademais, a área está situada num domínio de carste em exumação, como produto do recuo da escarpa oeste da Serra Geral, que representa a superfície Sul-americana de King (1956).

**Figura 24** - Bloco diagrama da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

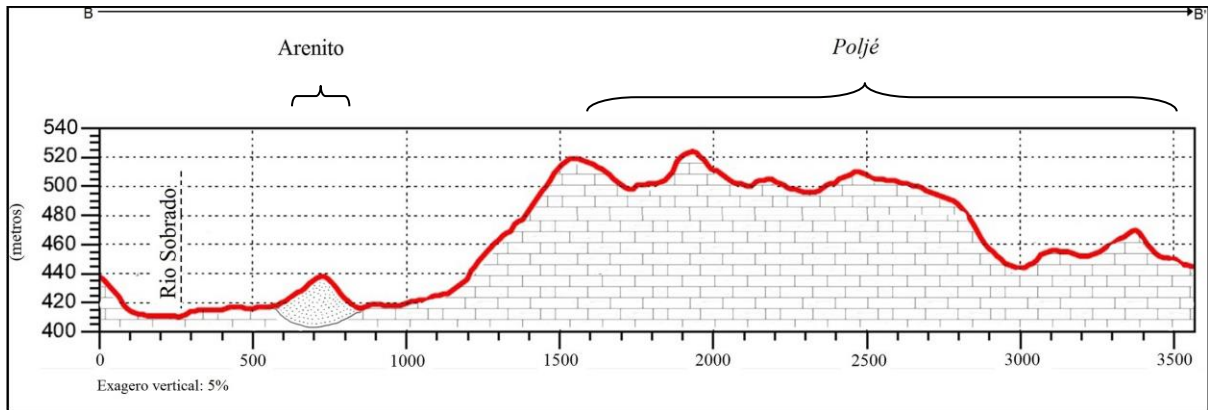
**Figura 25** - Compartimentação de acordo com as maiores ocorrências cársticas.



Fonte: Elaborado pelo autor.



**Figura 26** - Compartimentação de acordo com as maiores ocorrências cársticas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com os perfis topográficos, muitas feições encontradas situam-se nos terrenos elevados, caracterizadas como a área de recarga, com destaque para os maciços calcários, dolinas, uvalas, *poljés* e sumidouros. Na zona de descarga, há a saída da água de um determinado aquífero em forma de nascente (TRAVASSOS et al., 2015), que neste estudo é representada pelo rio Azuis.

Durante a etapa de fotointerpretação foi possível notar que cristas de menor dimensão dos *poljés* a montante do rio Azuis apresentam alinhamento NE-SW e que na porção sudeste da área os lineamentos também apresentam este padrão. Assim, pode-se inferir um controle geológico do relevo nesta porção da área estudada. Contudo, não foi possível assertar que tal controle também se dá sobre os fluxos hidrogeológicos na área.

O rio Azuis é uma surgência cárstica com o predomínio de rochas carbonáticas. Em suas proximidades há várias feições cársticas como *poljés*, dolinas, lapiás, uvalas e sumidouros. Inúmeros distúrbios antrópicos foram identificados, onde vários cortes de estrada podem ser observados, com destaque para o sopé da encosta que foi cortada para a introdução de uma estrada para dar acesso ao rio, além de construções de residências e estabelecimentos comerciais. Movimentos de massa são bem nítidos na entrada do balneário, influenciados por processos erosivos (Figura 27). Em vários trechos há a presença de ravinas e voçorocas, resultantes da construção de estradas e cercas.

**Figura 27** - Processos erosivos na entrada do balneário do Azuis.



Foto: Luiz Ricardo F. Alves (2016).

Ao levar em consideração a organização, o tamanho, as formas e dinâmica do relevo (ROSS, 1992), nota-se que a área de estudo é aparentemente pequena, não sendo possível uma análise regional, mas sim local. Contudo, a diversidade de feições e processos geomorfológicos ali ocorrentes confere a esta área uma grande importância no contexto do carste da porção setentrional da Província Espeleológica Bambuí.

#### 5.1.7. Considerações Finais

A carta geomorfológica de detalhe forneceu subsídios para uma análise detalhada dos elementos do relevo. As características do mapeamento da área priorizam as feições estruturais do relevo, sendo possível diante da escala em que o mapa foi construído (1:25.000).

A metodologia abordada contribuiu na confecção de mapa geomorfológico, que possibilitou a identificação de feições como maciços, dolinas, uvalas e *poljés*, além de sumidouros e surgência, demonstrando-se eficaz na análise dos processos atuantes, além de atingir os objetivos do trabalho.

O presente estudo demonstrou as inúmeras possibilidades de desenvolvimento de futuros trabalhos no contexto da Geografia Física, não apenas no município de Aurora do Tocantins, especificamente nas proximidades do rio Azuis, como também em toda região



sudeste do Estado do Tocantins, pela sua potencialidade geomorfológica e riqueza espeleológica, além de atrativos naturais que podem ajudar a desenvolver o geoturismo local.

## **5.2. Análise do uso e ocupação do solo no entorno do rio Azuis – Tocantins**

(Artigo publicado originalmente no XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Autores: Luiz Ricardo Ferreira Alves; Fernando Morais).

### 5.2.1. Resumo

O presente trabalho busca analisar os aspectos relacionados ao uso e ocupação do solo no entorno do rio Azuis, situado no município de Aurora do Tocantins, na região sudeste do estado do Tocantins. A área apresenta grande importância ambiental devido à presença de paisagens cársticas, no entanto as diversas atividades humanas têm aumentado a fragilidade do carste. Foram realizados trabalhos de campo através do método de caminhamento livre para descrição da paisagem com o intuito de observar as possíveis alterações sofridas, e com a utilização de imagens de satélite Landsat 8 foi produzido um mapa de uso e ocupação do solo por meio da classificação supervisionada. Os resultados obtidos mostram que no entorno do rio Azuis, destacam-se como principais atividades a agricultura, pecuária, desmatamento e queimadas. O turismo também se sobressai, trazendo várias consequências no ambiente como: produção de lixo, pavimentação em áreas impróprias, falta de infraestrutura e fiscalização no local.

### 5.2.2. Introdução

Vários impactos nas paisagens são gerados por ações antrópicas, influenciados por intensos processos que substituem as áreas naturais por áreas modificadas, para suprir as necessidades da sociedade, ou pelo menos uma porção desta. A prática da agricultura e pecuária tem interferência considerável no equilíbrio natural, quando a cobertura vegetal é retirada para introdução de pastagens e lavouras, gerando consequências e impactos nos sistemas naturais. Se comparados a outros sistemas, nas áreas cársticas essa questão é mais grave por serem paisagens mais frágeis e vulneráveis às interferências humanas.

Para Silva e Morais (2011), nos ambientes cársticos o desmatamento é uma das atividades que mais se destaca por ser praticada para fins urbanísticos, agricultura, pastagem entre outras atividades que contribuem para mudanças consideráveis.

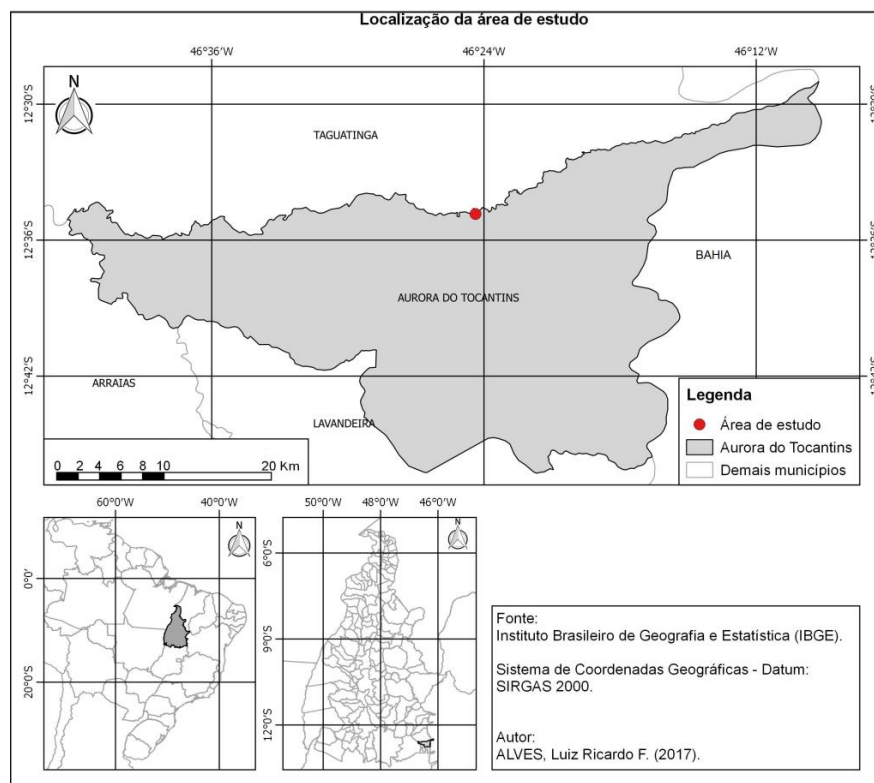
Segundo Travassos e Varela (2008), paisagens cársticas apresentam uma diversidade de formas topográficas ocasionadas, sobretudo pelo intemperismo químico sob controles litológicos, estruturais, tectônicos e o grau de solubilidade da rocha. Assim, para compreensão do carste, deve-se considerá-lo como um sistema de formas positivas e negativas que se desenvolvem em constante harmonia, sendo facilmente afetada pela ação humana.

Nesse contexto, o presente estudo busca analisar as atividades de uso e ocupação do solo no entorno do rio Azuis por meio de observação de campo, e o quanto estas atividades humanas contribuem na geração de impactos ambientais na paisagem cárstica.

### 5.2.3. Área de estudo

A área do rio Azuis está situada na porção sudeste do estado do Tocantins, onde se encontra grande parte das rochas carbonáticas, no município de Aurora do Tocantins (Figura 28). De acordo com Moraes (2013), além de possuir atributos cênicos que atraem muitos turistas, caracteriza-se como uma surgência cárstica com apenas 137 m de extensão (entendida pela população regional como o menor rio do Brasil).

**Figura 28 - Localização da área de estudo.**



Fonte: Elaborado pelo autor.

O clima é subúmido seco com deficiência hídrica moderada no inverno, possui temperatura média anual com variação de 25 a 27° C e precipitações médias anuais entre 1400 e 1600 mm (SEPLAN, 2008).

De acordo Morais (2012), a área encontra-se geologicamente inserida nos domínios da Bacia Sedimentar Sanfranciscana, com ocorrência das unidades geológicas do Complexo Almas-Cavalcante (Embasamento Cristalino), Grupo Bambuí, Grupo Urucuia, Grupo Areado e Depósitos Aluvionares Recentes.

O Grupo Urucuia destaca-se mais visivelmente na porção leste da área cárstica de Aurora do Tocantins, porém pode ser visto também em outros locais da região. Data do Cretáceo e apresenta afloramentos que compõem a Serra Geral. É composto pelas formações Posse e Araras, constituído de arenitos com níveis de pelito, arenitos conglomeráticos e ocorrência de conglomerados (CAMPOS; DARDENE, 1977).

O Grupo Bambuí possui o maior conjunto de ocorrências calcárias favoráveis à presença de cavernas no Brasil, em decorrência a sua vasta distribuição (KARMANN; SANCHEZ, 1979). De acordo com Iglesias e Uhlein (2009), sua constituição provém da Era Neoproterozóica, que possui ampla distribuição no Cráton do São Francisco. Possui litofácies siliciclásticas e bioquímicas associadas, como sedimentos em plataforma, aplicado em mar epicontinental de grande extensão. É composto por calcarenitos, dolomitos, ritimitos, margas, argilitos, siltitos, arcoses e calcários, compondo o Subgrupo Paraopeba.

No que diz respeito a geomorfologia, é dominada por um pediplano degradado inumado constituindo a Serra Geral, compondo o Planalto Divisor das Bacias Hidrográficas dos rios São Francisco e Tocantins (MORAIS, 2012). Superfícies de aplainamento podem ser observadas nos topos do Chapadão Central, onde por meio de sedimentos da Bacia Sanfranciscana, houve a formação de sua estrutura. Topos planos com interflúvios largos com baixo grau de dissecação causados por ravinamentos integram o nível do Chapadão (BRASIL, 1982).

O remanejamento constante de areia é percebido nas áreas de maior elevação para as áreas mais deprimidas, onde se encontram as veredas. Isso ocorre em regiões de relevos tabuliformes e cuestiformes, em que os processos geomorfológicos são os mesmos responsáveis pela evolução da paisagem (BRASIL, 1982).

No tocante à vegetação, a mesma apresenta predomínio típico do bioma cerrado com diferentes composições denominadas de Campo Limpo, Campo Sujo, Cerradão com partes

compostas por formações florestais de veredas, várzeas, campos rupestres entre outros (INVTUR, 2008).

#### 5.2.4. Materiais e Metodologia

A metodologia do estudo constitui em trabalho de campo, porém para um conhecimento prévio e organização espacial da paisagem, foram realizados planejamentos, levantamento cartográfico e bibliográfico (CAVALCANTI, 2014). Como resultado foi confeccionado o mapa de uso e ocupação do solo para uma melhor orientação e interpretação da paisagem com o objetivo de atualizar as informações da área. A confecção do mapa e a manipulação dos dados foram feitos no *software* livre QGIS (versão 2.14.1).

Imagens do *Google Earth* (ano 2016) serviram como base para definição dos locais a serem observados. As bases vetoriais foram disponibilizadas no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os dados vetoriais de hidrografia do estado do Tocantins foram providenciados na Secretaria de Planejamento do Tocantins (SEPLAN - TO), dados SRTM do Projeto Topodata (VALERIANO, 2005) auxiliaram na análise da elevação da área de estudo com base no Modelo Digital de Elevação (MDE).

Por meio de imagens de satélite Landsat 8 disponíveis gratuitamente no site *Earth Explorer*, com referência ao mês de novembro de 2016 (órbita 220 ponto 069), foi feita a correção atmosférica para o ajuste da reflectância de superfície, em seguida para uma melhor visualização, foi feita a composição colorida das bandas 5(R), 4(G) e 3(B). Com a obtenção do resultado, foi elaborada a classificação supervisionada e posteriormente o mapa de uso e ocupação do solo.

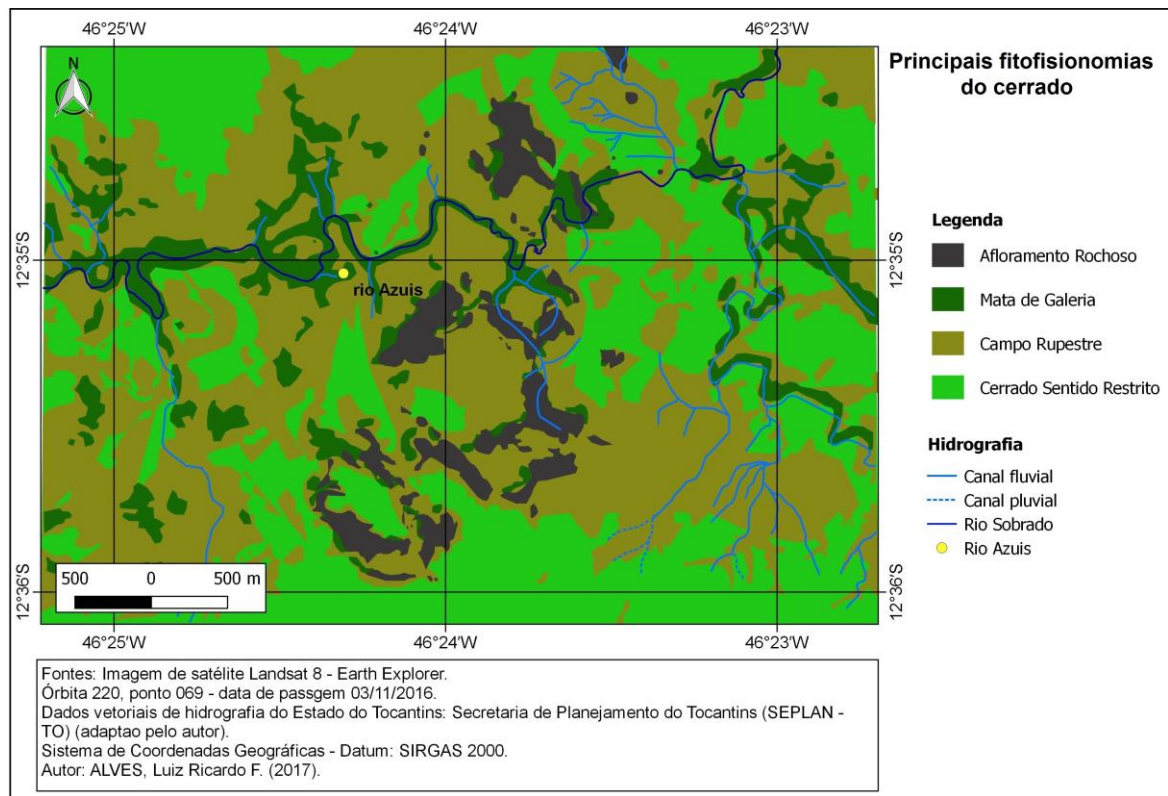
A técnica de classificação supervisionada para o mapa de uso e ocupação foi executada com o intuito de mensurar os elementos na área de estudo. De acordo com Novo (2010), esse procedimento permite identificar os alvos por meio de amostras de *pixels*, reconhecendo as características da superfície terrestre. Concluída a classificação supervisionada, edições e correções posteriores foram realizadas para um resultado final satisfatório, e condizente com as observações feitas em campo.

Por ser mais flexível, o método de observação da paisagem utilizado em campo foi o proposto por Cavalcanti (2014), o qual não segue um caminho definido, e novos locais a serem observados podem ser adicionados durante o percurso, dependendo da necessidade e do acesso aos pontos de observação. O campo foi realizado para análise, coleta de informações e atualização das coordenadas geográficas em dezembro de 2016.

### 5.2.5. Resultados e Discussão

A área de estudo apresenta as principais classes de uso da terra: Afloramentos Rochosos, Mata de Galeria, Campo Rupestre e Cerrado Sentido Restrito (Figura 29). O trabalho buscou analisar as alterações sofridas pelo uso e ocupação da parte superficial do relevo, ou seja no exocarste, onde estão presentes as formas cársticas mais típicas como: os lapiás (*karren*), dolinas, uvalas, poljés, sumidouros e maciços calcários.

**Figura 29 - Principais fitofisionomias do cerrado.**



Fonte: Elaborado pelo autor.

Várias são as atividades que podem afetar os sistemas cársticos, sendo elas diretas ou indiretas. Assim, Williams (1993 apud HARDT, 2008, p.1295) mostra diversos problemas relacionados a essas ações e como seus efeitos resultarão em impactos no carste, como: o desflorestamento, que afeta a vegetação e os solos, reduzindo a evapotranspiração e aumentando os processos erosivos; a agricultura, que gera aumento da erosão e o descarte de lixo na água comprometendo sua qualidade; a urbanização, proporcionando as chuvas ácidas e remoção das rochas e minerais, destruindo o relevo e comprometendo também a qualidade

da água, entre outros. Piló e Auler (2001) destacam o desmatamento como uma das principais atividades que gera perturbações no ambiente.

Ao estudar as paisagens cársticas não se pode levar em consideração apenas os impactos gerados no exocarste, pois qualquer atividade realizada, por menor que seja, sempre trará consequências não apenas na parte superficial (exocarste), mas também na subsuperficial (epicarste) e subterrânea do carste (endocarste), afetando a dinâmica das cavernas. Essa relação, somada as especificidades desses ambientes, os caracterizam por sua fragilidade, sendo susceptíveis aos impactos antrópicos que, dependendo do tipo, se propagam com rapidez não sendo possível realizar seu controle (FERREIRA, 2011).

A cobertura vegetal exerce um importante papel no que diz respeito aos processos cársticos e manutenção dos solos. Sua ausência pode gerar vários problemas como: exposição do solo a ação direta da água das chuvas, a não formação da camada orgânica resultante do depósito das folhas das árvores, além de não produzir o dióxido de carbono decorrente dos processos de decomposição, fundamental aos processos cársticos, devido ao não estabelecimento da fauna e flora no solo (GILLIESON, 1996).

As Matas de Galeria presentes nos rios Sobrado e Azuis, que também são distribuídas em outras localidades da área de estudo, estão expostas aos distúrbios, sendo retiradas para a realização da prática de agricultura de pequeno porte, principalmente nas planícies de inundação. Foi possível observar a presença de pisoteio de gado em trechos nas margens do rio Sobrado, caracterizando a prática da pecuária como fator de impacto neste curso d'água (Figura 30).

**Figura 30** - Pisoteio de gado nas margens do rio Sobrado.



Foto: Luiz Ricardo F. Alves (2016).

Segundo Ferreira (2011), a supressão da vegetação é o impacto que mais se destaca em decorrência das atividades agropecuárias, onde há a perda da vegetação nativa, a qual afeta a dinâmica das paisagens cársticas. Outro problema advindo dessa atividade é o aumento dos processos erosivos, que ocorrem de forma mais intensa principalmente pelo fato do solo estar exposto. A qualidade da água é afetada, pois a ausência da vegetação irá alterar sua composição, além de dificultar sua infiltração, comprometendo a interação da água com o substrato húmico e as raízes. Os aquíferos cársticos são contaminados pelo uso descontrolado de pesticidas, sendo esta água utilizada para abastecimento de populações humanas (FERREIRA, 2011).

Piló (1999) afirma que, a ausência de sistemas de drenagem, a baixa precipitação pluviométrica e a alta evapotranspiração, induzidos pela retirada da vegetação podem gerar como consequência a salinização dos solos. Gillieson (1996) ainda complementa que a substituição da cobertura vegetal compromete as cavernas que estão abaixo das lavouras, devido a alteração das condições hidrológicas.

Ford e Williams (2007) destacam entre os impactos humanos, a poluição das águas. Nas paisagens cársticas os sistemas hidrológicos são os mais afetados por essas ações, isso ocorre pela presença de águas superficiais e pelas dificuldades ligadas à rede de condutos subterrâneos associados aos frágeis ecossistemas.

Com a análise *in loco*, foram observadas várias propriedades rurais, com predomínio de pecuária e agricultura de pequeno porte, com destaque para queimadas e desmatamentos como principais impactos ambientais observados em campo. Muitos locais às margens do rio Sobrado estão em contato com atividades irregulares de recreação, onde pessoas deixam lixo e restos de fogueira, comprometendo o leito, o curso do rio e a vegetação (Figura 31).

**Figura 31** - Restos de fogueira nas margens do rio Sobrado.



Foto: Luiz Ricardo F. Alves (2016).



Nas propriedades rurais nota-se a presença de processos erosivos em níveis de ravinamento pela ação de escoamentos superficiais até desbarrancamentos, principalmente nas extremidades das estradas, além da fixação de cercas, onde a vegetação é retirada deixando o solo desprotegido. Sulcos são facilmente vistos por consequência da adição de pelitos para a pavimentação de estradas (Figura 32). Canais são soterrados para a introdução de manilhas para a passagem de água (Figura 33). Como resultado, há a ocorrência de afloramentos influenciados pelos processos erosivos deixando o carste exposto.

**Figura 32** - Presença de pelitos na pavimentação de estradas.



Foto: Luiz Ricardo F. Alves (2016).

**Figura 33** - Presença de manilhas para a passagem de água.



Foto: Luiz Ricardo F. Alves (2016).

Como mostra o mapa, o bioma predominante é o Cerrado, classificado principalmente em Campo Rupestre e Cerrado Sentido Restrito, no entanto, essa vegetação é suprimida quase completamente para a introdução de pastagem. Em outras localidades é possível



perceber a inexistência de homogeneidade na paisagem vegetal, devido a inserção de cultura de subsistência e construção de torres de comunicação.

Afloramentos rochosos são nitidamente visíveis por meio do mapa, e através de observações mais detalhadas de campo, foram notadas feições cársticas como: dolinas, uvalas, sumidouros e maciços rochosos, nos quais se encontram vulneráveis às ações antrópicas. A maioria das dolinas observadas foram reaproveitadas para o represamento de água, foi retirada a cobertura vegetal e construídas estradas em suas margens. Não apenas nas dolinas, mas nas uvalas e sumidouros há a presença de pastagens em suas proximidades.

Os terrenos cársticos podem apresentar maior ou menor fragilidade de acordo com o tipo de atividade atuante, dessa forma Floriani (2003) destaca a ocupação urbana e o uso agrícola. Com relação as feições cársticas, ainda afirma sobre os riscos de afundamentos em locais com a presença de dolinas, comprometendo atividades como escavações e construções. Por serem feições com áreas de recarga e descarga dos aquíferos, os sumidouros possuem sua drenagem muito vulnerável a qualquer tipo de poluente.

No rio Azuis, além da atividade turística, é possível perceber residências, estabelecimentos comerciais e a prática de agricultura de subsistência em sua planície de inundação (Figura 34). Outros problemas como a captação de água, acúmulo de lixo, restos de fogueira, pavimentação inadequada, que se encontra instável devido ao depósito de talos, e desmatamentos, são atividades que exigem infraestrutura e constante fiscalização, mas que no entanto, não são feitas. Não apresentam gestão adequada o suficiente para suprir as exigências ambientais e turísticas.

**Figura 34** - Agricultura de subsistência na planície de inundação do rio Azuis.



Foto: Luiz Ricardo F. Alves (2016).

Foi observado no rio Azuis placas de orientação para os turistas, porém não são respeitadas por eles. Alguns proprietários dos estabelecimentos comerciais investem minimamente em infraestrutura para atender ao turismo, mas o que se percebe são práticas que resultam em resultados pouco satisfatórios aos cuidados ambientais como, introdução de grama e delimitação da área por meio de telas e cercas.

Por ser uma feição cárstica caracterizada como surgência, o rio Azuis apresenta águas cristalinas que atraem turistas não apenas por possuir atributos cênicos, mas por despertar a curiosidade. Muitos deles não tem conhecimento sobre os processos de formação e dinâmica do carste, isso reflete em sérias consequências, pois as pessoas sem o mínimo cuidado, entram em contato com a surgência, além de criarem barramentos para aumentar o volume do rio, comprometendo toda sua dinâmica (Figura 35).

**Figura 35** - Aumento do volume de água por meio de barramentos no rio Azuis.



Foto: Luiz Ricardo F. Alves (2016).

Existem infraestruturas que dão acesso as partes inferiores do rio Azuis, no entanto, nota-se as consequências que comprometem o carste, as questões ambientais e a segurança das pessoas que frequentam o local, como por exemplo a presença de fios elétricos bem próximos ao curso d'água onde estão os turistas (Figura 36). Essa área apresenta um grau de fragilidade muito elevado e está vulnerável a vários distúrbios por ser uma feição cárstica.

**Figura 36** - Fios elétricos expostos próximos ao rio Azuis.



Foto: Luiz Ricardo F. Alves (2016).

Até o momento da realização do trabalho de campo, não havia mudanças significativas referentes aos cuidados ambientais do local, isso sugere que pode haver pouco interesse dos moradores, donos de estabelecimentos e principalmente dos órgãos responsáveis.

#### 5.2.6. Considerações Finais

O presente estudo buscou tecer algumas considerações no entorno do rio Azuis com relação a análise do uso e ocupação do solo, com reflexo na alteração da paisagem, tendo em vista ser parte de um trabalho mais abrangente, que visa a caracterização da paisagem cárstica em seu entorno.

A metodologia proporcionou um melhor conhecimento da área estudada, além de contribuir na confecção do mapa de uso e ocupação da terra. Observações de campo serviram não somente para a atualização das informações referentes ao local, como também reflexões sobre como a paisagem está sendo afetada pelas atividades antrópicas.

A área apresenta inúmeras possibilidades de estudos do carste, por estar situada em uma porção onde se encontra a maior incidência de rochas carbonáticas no sudeste do Tocantins, porém necessita de cuidados voltados para um Plano de Manejo adequado com o objetivo de evitar sérias perturbações ambientais.

No tocante ao uso da terra, é necessária uma participação assídua do poder público no que diz respeito a fiscalização e preservação, fato que não pôde ser visto em campo. Não apenas por ser uma área turística, mas também por apresentar relevância atribuída ao carste, muito deve ser feito referente as questões ambientais, como: orientação aos comerciantes e

visitantes, ações que envolvam a mobilização da comunidade (escolas, secretarias, entre outros) e investimento em infraestrutura adequada.

Por mais que seja uma área que apresente várias potencialidades, primeiramente deve partir do interesse da população que reside e trabalha em suas proximidades, garantir o seu cuidado e preservação. Quando explorada, que se tome todos os cuidados possíveis, apoiando-se principalmente na legislação ambiental com constante fiscalização. Dessa forma, faz-se necessário o trabalho em conjunto com o poder público e a comunidade.

### **5.3. Atividades antrópicas: efeitos e impactos no carste**

As áreas cársticas estão cada vez mais expostas a inúmeras atividades humanas, por apresentarem valores associados não apenas à riqueza de água, mas também a atração turística, atividades mineradoras, agricultura, entre outras (KEPA, 2001).

As atividades humanas, sendo elas diretas ou indiretas, mesmo acontecendo em áreas não cársticas podem ocasionar consequências nas áreas cársticas, por meio de poluentes transportados de um sistema para outro (WILLIAMS, 1993; URICH, 2002).

A atividade turística se destaca bastante na área de estudo, por proporcionar meios para atrair recursos financeiros, provocando sérias consequências no carste. No entanto são encontradas outras atividades que geram efeitos e impactos no carste (Figura 37).

**Figura 37** - Atividades antrópicas, seus efeitos e impactos no carste da área de estudo com base em Ford e Williams, 2007 e Hardt, 2008.

<b>Atividades Humanas</b>	<b>Efeitos</b>	<b>Impactos no carste</b>
Desmatamento	Perda da biota, erosão, empobrecimento dos solos, assoreamento nos rios evapotranspiração reduzida	Empobrecimento do solo e processos erosivos
Agricultura	Aumento do fluxo de erosão e descarga de lixo na água	Degradação do solo e erosão
Pastagem	Empobrecimento do solo e retirada da cobertura vegetal	Degradação e empobrecimento dos solos
Pavimentação	Aumento do escoamento superficial e compactação do solo	Dificuldade na infiltação de água no solo e aumento do escoamento superficial
Turismo e recreação	Descarga de lixo na água além do uso	Deterioração da qualidade da água
Residências e estabelecimentos comerciais	Desmatamento, compactação do solo e modificação da estrutura do solo	Cobrimento do endocarste e epicarste resultando em colapso por influência da pressão exercida pelas construções
Lixo	Poluição e contaminação	Deterioração da qualidade da água e aterros
Barramentos	Inundação das margens do rio e assoreamento	Diminuição do volume de água do rio pelo aumento da evaporação e mudança na vazão dos sistema
Fogueiras	Elimina a ação da biota do solo	Empobrecimento do solo por falta de fixação de nutrientes
Captação de água	Redução do fluxo curso d'água	Reduzir o fluxo do rio, seca em determinados pontos do curso d'água e diminuição do volume de água
Pisoteio de gado	Compactação so solo	Dificuldade na infiltação de água no solo, aumento do escoamento superficial e processos erosivos
Represamento de água	Secas em determinados pontos do rio	Aumento da quantidade de água que exerce pressão, resultando em deslizamentos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Através da realização dos trabalhos de campo, notou-se várias ações antrópicas na área de estudo. A atividade que mais se destaca é o desmatamento, responsável pela retirada da cobertura vegetal, e pela introdução de outras atividades como a agricultura, pecuária, construção de moradias entre outros. Além de todos os problemas gerados na biota, processos erosivos, arenização entre outros, há o empobrecimento do solo.

A agricultura e a pecuária, são atividades responsáveis pela retirada da cobertura vegetal e contribuem nos processos erosivos, empobrecimento e degradação dos solos, e aumento de lixo na água.

A pavimentação e construções residenciais e comerciais, contribuem no aumento de lixo, além da compactação do solo e escoamento superficial, proporcionando processos erosivos. Tais atividades acarretam dificuldades na infiltração da água. O endocarste e epicarste são cobertos com coberturas pedológicas que são compactadas através construções que exercem peso e conseqüentemente pressão, gerando o colapsos no carste.

As atividades turísticas, além de proporcionarem o desmatamento e construções, geram várias outras conseqüências, como a produção de lixo e principalmente a deterioração da água. De acordo com Bigarella (2007) as áreas cársticas caracterizam-se por sua vulnerabilidade e fragilidade natural, e a partir do momento que a água é afetada, compromete todo o equilíbrio do carste, pois a principal característica de uma paisagem cárstica é a presença de drenagem.

Outras atividades como barramentos, captação e represamento de água foram observadas, e como conseqüência há a inundação em certas áreas e escassez em outras, levando o assoreamento de rios, redução do fluxo de água e secas em determinados pontos dos rios.

No carste, os efeitos dessas atividades acabam por influenciar na redução do volume de água por conseqüência da evaporação. Há áreas com seca em determinados pontos devido a redução do fluxo dos rios, e por fim pode ocorrer deslizamentos resultantes da pressão do aumento da quantidade de água, além da construção de represas em locais impróprios sem o mínimo de infraestrutura.

Atividades como pisoteio de gado e restos de fogueira, principalmente nas margens do rio Sobrado, também foram encontradas na área de estudo. Essas atividades eliminam toda a biota, empobrecem e compactam o solo, gerando no carste, seu empobrecimento por falta de fixação de nutrientes, dificuldade de infiltração da água e aumento do escoamento superficial.

Nota-se inúmeras atividades humanas que comprometem a paisagem cárstica da área de estudo, dessa forma, como sugestão, Kohler (1989) destaca a execução de planejamentos que sejam racionais a utilização de áreas cársticas, com foco em sua preservação, principalmente em áreas de recarga para se evitar toda e qualquer tipo de poluição do endocarste.

Durante os trabalhos de campo, observou que na área do Azuis estavam sendo realizados trabalhos referentes a sua preservação, onde os estabelecimentos comerciais foram intimados a regularizarem suas situações referentes as questões ambientais. Em suas proximidades foi proibida a entrada de veículos, e como forma de “amenizar” essa situação um novo estacionamento está sendo criado, porém para isso, desmatamentos, pavimentação e novas construções estavam sendo realizadas no local. O acesso ao rio Azuis foi delimitado por cercas e está sendo cobrado um valor.

#### **5.4. Caracterização da paisagem cárstica no entorno do rio Azuis – Tocantins**

(Artigo publicado originalmente no XII Encontro Nacional da Associação de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia. Autores: Luiz Ricardo Ferreira Alves; Fernando Morais).

##### 5.4.1. Resumo

O presente trabalho busca realizar a caracterização da paisagem cárstica no entorno do rio Azuis no município de Aurora do Tocantins, na região sudeste do estado do Tocantins. Para tanto, foram realizados levantamentos bibliográficos, elaboração de base cartográfica para orientação de trabalhos de campo e observações da paisagem *in loco*. Como resultado, foram descritos 18 pontos, onde em muitos deles, o carste encontra-se exposto a vários distúrbios antrópicos, os quais afetam sua dinâmica. Práticas relacionadas ao turismo, agricultura e pecuária de subsistência favorecem o desmatamento, queimadas, contaminação da água e do solo. A análise integrada dos resultados explicita que a área estudada se encontra exposta a diversos problemas ambientais que comprometem a dinâmica do carste, carecendo de um ordenamento territorial mais cuidadoso, fundamentado na legislação ambiental e constante fiscalização dos órgãos responsáveis.

#### 5.4.2. Abstract

The paper presents the karst landscape around the river Azuis located in the municipality of Aurora do Tocantins, in the southeastern region of the State of Tocantins. Therefore, bibliographical surveys were carried out, cartographic bases were elaborated to guide fieldwork and, also, *in loco* observations of the landscape were done. As a result, 18 points were described, where in many of them, the karst is exposed to several anthropic disturbances, which affect its dynamics. Practices related to tourism, agriculture and subsistence cattle-raising favor deforestation, wildfire, water and soil contamination. The integrated analysis of results shows that the studied area is exposed to several environmental problems that compromise the karst dynamics, requiring a more careful territorial planning, based on environmental legislation and constant supervision of the responsible agencies.

#### 5.4.3. Introdução

Com o intuito de suprir as necessidades humanas, várias atividades são praticadas nas paisagens, caracterizando-as por seu caráter comercial, propiciando efeitos tanto positivos quanto negativos, que refletem na sua modificação (MILAGRES; SOUZA, 2012).

Diferentemente das outras paisagens, as paisagens cársticas, são muito vulneráveis às atividades humanas, por apresentarem fragilidade elevada (SALLUM FILHO; KARMANN, 2007). A retirada da cobertura vegetal, prática de agricultura, pecuária e queimadas, são consideradas por Silva e Morais (2011) como a atividade que mais se destaca em gerar consequência no carste e contribuem para sérios danos de forma direta e/ou indireta nesse tipo de paisagem.

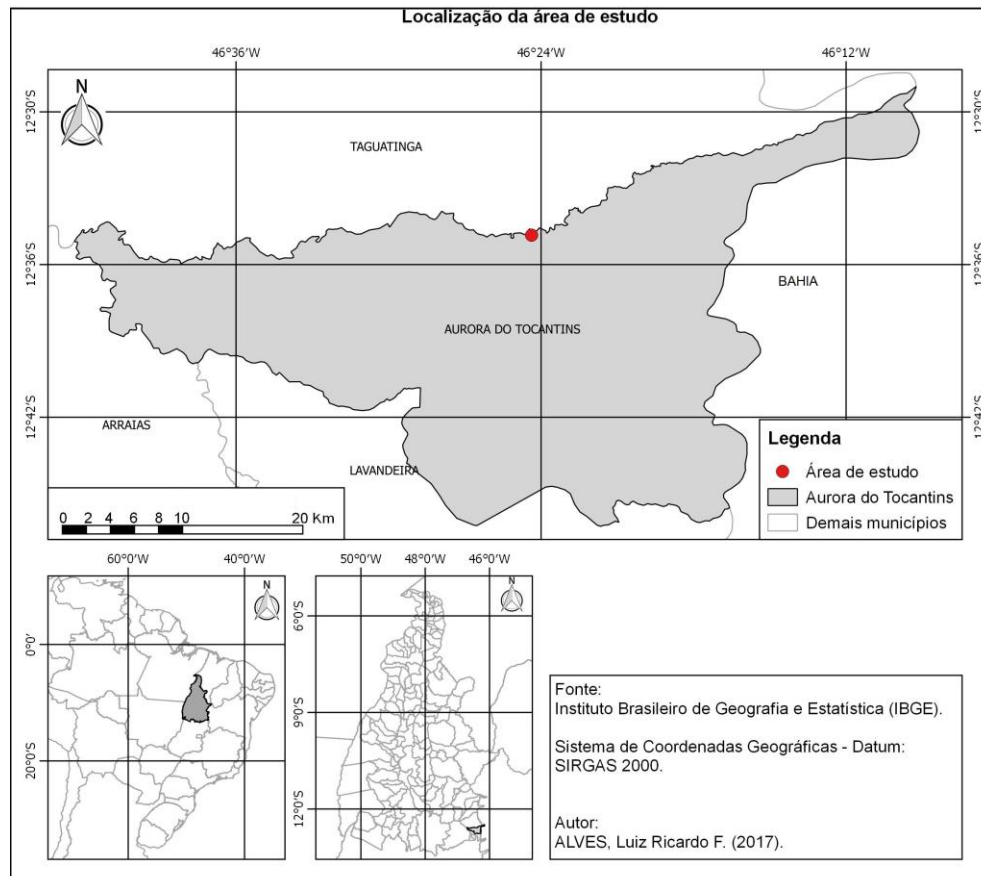
Assim, o presente estudo busca realizar a caracterização da paisagem cárstica no entorno do rio Azuis através de observações de campo, levando em consideração os impactos gerados pelas ações humanas e o reflexo disso na dinâmica do carste.

#### 5.4.4. Área de estudo

A área de estudo localiza-se na porção sudeste do estado do Tocantins, onde situam-se a maioria das rochas carbonáticas, no município de Aurora do Tocantins (Figura 38). Apresenta atributos cênicos que atraem as atividades turísticas, sendo uma surgência cárstica com apenas 137 m de extensão (MORAIS, 2013).



**Figura 38** - Localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O município de Aurora do Tocantins é caracterizado por maciços calcários aflorados com morfologia adequada à presença de cavidades e outras feições cársticas, além da presença de cavernas com dimensões consideráveis, onde várias delas apresentam uso turístico, mas que, no entanto, carecem de cuidados ambientais (SILVA, 2012).

A cidade de Aurora do Tocantins situa-se na margem oeste da Serra Geral, pertencente à Bacia Sedimentar Sanfranciscana, com presença de rochas areníticas (Grupo Urucuia) e calcários (Grupo Bambuí) (SILVA; MORAIS, 2016).

No tocante ao clima e vegetação, é caracterizada como tropical equatorial com elevadas amplitudes térmicas, com variação de temperatura de 20 a 40° graus (INVITUR, 2008). Sua vegetação constitui-se por grandes áreas caracterizadas por Floresta Ombrófila e Savana Estépica (SEPLAN, 2008).

#### 5.4.5. Materiais e Metodologia

A metodologia proposta do estudo constituiu-se de trabalho de campo, no entanto, análises e discussões em laboratório foram realizadas com o intuito de obter informações prévias do local, planejamento, levantamento cartográfico e bibliográfico além de decidir os pontos a serem observados (CAVALCANTI, 2014). Foram produzidos vários mapas para uma melhor interpretação e orientação da paisagem, sendo confeccionados e manipulados os dados no *software* livre QGIS (versão 2.14.1).

Para a definição dos locais a serem observados, imagens do *Google Earth* (ano 2016) foram utilizadas como base. No Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foram disponibilizadas as bases vetoriais; na Secretaria de Planejamento do Tocantins (SEPLAN) obteve-se os dados vetoriais de hidrografia do estado do Tocantins. A elevação da área de estudo foi analisada com base no Modelo Digital de Elevação (MDE) por meio dos dados SRTM do Projeto Topodata (VALERIANO, 2005).

Em campo, a paisagem foi observada através do método de caminhar livre proposto Cavalcanti (2014), por apresentar uma maior flexibilidade e por não seguir um caminho definido, novos pontos a serem observados podem ser adicionados durante o percurso de acordo com a necessidade e acesso aos locais.

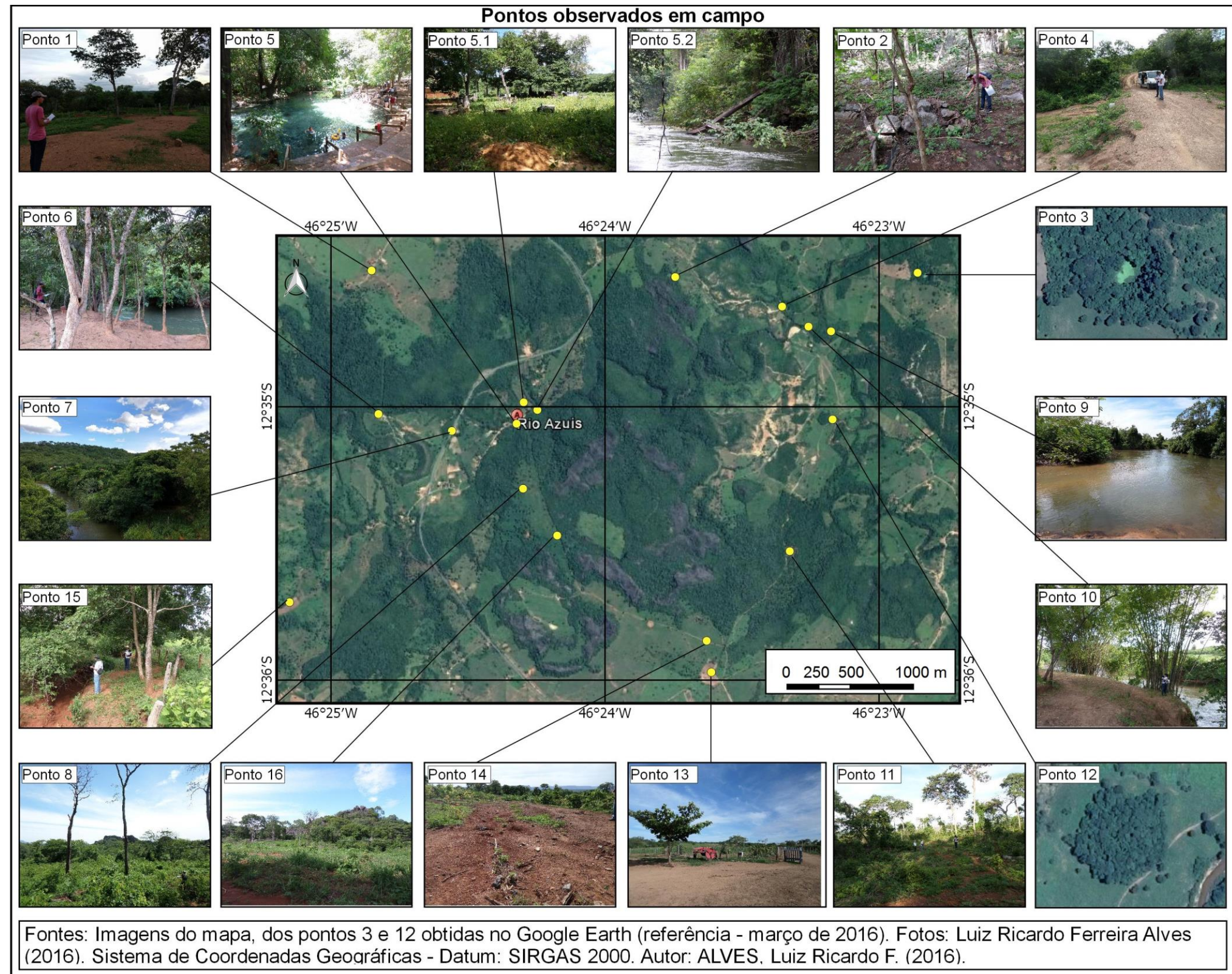
Critérios de observação em campo contribuíram para os registros de atributos físico-geográficos da paisagem, envolvendo o relevo, litotipo, drenagem, vegetação e uso da terra, além de registros fotográficos (CAVALCANTI, 2014), juntamente com auxílio de uma planilha para coleta de dados de campo proposto por Leite (2011). A realização do campo para análise e coleta das informações ocorreu em dezembro de 2016.

#### 5.4.6. Resultados e Discussão

Por meio das discussões feitas em laboratório, foram definidos os pontos a serem observados, porém *in loco*, novos pontos foram adicionados, gerando como resultado a descrição de 18 pontos (Figura 39).



Figura 39 - Pontos observados em campo.





Os sistemas cársticos estão expostos, de forma direta ou indireta, a inúmeras atividades humanas. Williams (1993 apud HARDT, 2008, p.1295) cita diversos problemas referente ao carste: desflorestamento, a agricultura, a pecuária, a urbanização, entre outros. O desmantamento é destacado por Piló e Auler (2001) como a principal atividade que contribui para as perturbações ambientais.

O carste é compartimentado em exocarste, epicarste e endocarste, e ao estudar esse tipo de paisagem, não se deve levar em consideração os impactos gerados em apenas uma de suas compartimentações, pois por menor que seja o impacto, refletirá em todo o sistema, principalmente nas cavernas. Essa situação juntamente com a especificidade desse ambiente, o configura por sua fragilidade (FERREIRA, 2011).

O ponto 1 (Lat. 12°34'12.07" S; Long.46°25'01.33" W) (Figura 40) apresenta relevo de suave ondulado para ondulado, situado em uma meia encosta. Observou-se a presença de escoamento superficial e erosão em sulcos na cobertura pedológica composta de Latossolo vermelho, que foi coberta por pelitos para pavimentação, além de pouca exumação do carste influenciado pelos processos erosivos. A vegetação predominante é a de Cerrado Sentido Restrito e Cerradão com vales secos de drenagem intermitente, sendo o uso da terra caracterizado por área pastagem e agricultura.

**Figura 40 - Ponto 1** – Área rural com vales secos de drenagem intermitente ao fundo.



Foto: Luiz Ricardo Ferreira Alves (2016).

No ponto 2 (Lat. 12°34'13.79" S; Long. 46°23'41.52' W) (Figura 41), observou-se a presença de relevo ondulado por processos de dolinamento situada na baixa encosta. O local apresenta diversas feições cársticas como: campo de lapiás, dolinas de subsidência, dolinas de colapso, uvalas e sumidouros, além de blocos de matacão, sendo em algumas áreas com

condutos no acamamento rochoso, com a presença de pastagens nas proximidades de algumas dessas feições. A vegetação predominante é de mata seca com Campo Cerrado e Cerrado Sentido Restrito com áreas de pastagem. Na parte superior do carste observou-se a ação de intemperismo biológico com presença de árvores de porte médio a alto e cactáceas.

**Figura 41** - Ponto 2 - Sumidouro.



Foto: Luiz Ricardo Ferreira Alves (2016).

Foram observados no ponto 3 (Lat. 12°23'12.69" S; Long. 46°22'37.84" W) (Figura 42), rochas carbonáticas com cobertura pedológica além de uma depressão fechada formada pelo abatimento da rocha, caracterizada por uma dolina de colapso (TRAVASSOS et al., 2015), com água perene no fundo. Em suas proximidades, há presença de pastagem e uma estrada abandonada. Sua vegetação é caracterizada com presença de cactáceas, Cerrado Sentido Restrito e Cerradão. Nas bordas da dolina compõem-se o dossel, caracterizado por um conjunto de espécies de árvores e arbustos mais altos (CAVALCANTI, 2014).

**Figura 42** - Ponto 3 – Dolina de colapso.



Fonte: *Google Earth* (março de 2016).

Com relevo suave ondulado para ondulado, o ponto 4 (Lat. 12°34'21.58" S; Long. 46°23'13.44" W) (Figura 43), caracteriza-se pela presença de afloramento de pelito em contato com o calcário. Devido a construção de cercas e estradas, há o escoamento superficial por ravinamentos. Com nível de base na concavidade da encosta, sua drenagem é intermitente e pouco profunda, onde o canal é soterrado com a introdução de uma manilha para passagem de água. Sua vegetação é típica de Cerrado Sentido Restrito e Cerradão, onde foram observadas variadas espécies de aves.

**Figura 43** - Ponto 4. Presença de manilha para passagem de água.



Foto: Wendel Barbosa Rodrigues (2016).

No ponto 5 (Lat. 12°34'52.43" S; Long. 46°24'23.22" W) (Figura 44), encontra-se o balneário do Azuis, que atrai inúmeros turistas de diversas localidades. É uma surgência

cárstica situada no nível de base local com o encontro do rio Sobrado. Apresenta planície de inundação do rio Sobrado, sendo o solo mais orgânico, é praticada atividade de agricultura de subsistência. Destaca-se também por ser uma área recreativa, com a presença de residências e estabelecimentos comerciais.

**Figura 44** - Ponto 5 – Balneário do rio Azuis.



Foto: Luiz Ricardo Ferreira Alves (2016).

A poluição das águas é destacada por Ford e Williams (2007), pois consideram os sistemas hidrológicos os mais afetados pelas ações humanas, isso ocorre pela presença de águas superficiais e da dificuldade relacionada à rede de condutos subterrâneos, em associação aos frágeis ecossistemas.

A estrada que dá acesso ao local é pavimentada, no entanto, apresenta instabilidade, além problemas relacionados com lixo deixado pelos turistas. Outro problema observado foi o aumento do nível do rio por meio de barramento, comprometendo sua dinâmica. Sendo uma área turística, notou-se problemas relacionados com a infraestrutura e segurança dos turistas, sendo visualizados cabos elétricos expostos nas margens do rio.

Por ser um relevo plano para suave ondulado com curvatura retilínea, o processo superficial predominante é o deposicional com índice de esfericidade dos sedimentos. Situa-se no sopé da encosta, com litotipo característico de carbonato com cobertura quaternária e vegetação predominante de Cerrado Sentido Restrito e Mata de Galeria.

Nas proximidades do rio Azuis foram observados dois outros pontos: o ponto 5.1 (Lat. 12°34'46.81" S; Long. 46°24'21.36" W) (Figura 45) e o ponto 5.2 (Lat. 12°34'48.81" S; Long. 46°24'17.76" W) (Figura 46) referentes a um cemitério, situado em uma planície de inundação, e uma ponte velha que se encontra quebrada no rio Sobrado, respectivamente.



Nestes locais notou-se a presença de pelitos em contato com os carbonatos no sopé da encosta e depósitos aluviais próximo à drenagem.

Nas margens onde situa a ponte velha, muitos turistas utilizam o local para acender fogueiras. Observou-se também na média encosta, uma caixa d'água onde a água é bombeada do rio Sobrado para a utilização dos moradores locais.

**Figura 45** - Ponto 5.1 – Cemitério nas proximidades do rio Azuis.



Foto: Luiz Ricardo Ferreira Alves (2016).

**Figura 46** - Ponto 5.2 – Ponte quebrada nas proximidades do rio Azuis.



Foto: Luiz Ricardo Ferreira Alves (2016).

O ponto 6 (Lat. 12°34'49.00" S; Long. 46°24'59" W) (Figura 47), de drenagem perene, encontra-se as margens do rio Sobrado, com relevo plano a suave ondulado e declividade suave a inclinada. Sua geologia é composta de calcarenito com níveis de conglomerados. É um terraço abandonado onde rio foi entalhado com predomínio de Mata de



Galeria e Campo Cerrado. De acordo com o uso e ocupação, há a presença de agricultura, pecuária e uso recreativo nas margens do rio.

**Figura 47** - Ponto 6 – Área recreativa as margens do rio Sobrado.



Foto: Luiz Ricardo Ferreira Alves (2016).

De drenagem perene e situada em média encosta, encontra-se o ponto 7 (Lat. 12°34'54.33" S; Long. 46°24'40.22" W) (Figura 48). É uma feição deposicional de relevo ondulado para forte ondulado com planície de inundação nas partes mais inferiores. Nas partes mais íngremes do relevo há a presença de carbonatos com cobertura quaternária associada a drenagem. É uma área de aterro com presença de morrote com captação de água, além da prática de agricultura de subsistência. O tipo de vegetação predominante é de Mata de Galeria e Cerradão. Nas proximidades do ponto 7 (Figura 49), pôde ser visualizada uma zona dobrada nas margens da rodovia, onde o calcário presente encontra-se metamorfizado.

**Figura 48** - Mata de Galeria as margens do rio Sobrado.



Foto: Luiz Ricardo Ferreira Alves (2016).

**Figura 49** - Dobras nas margens da rodovia.

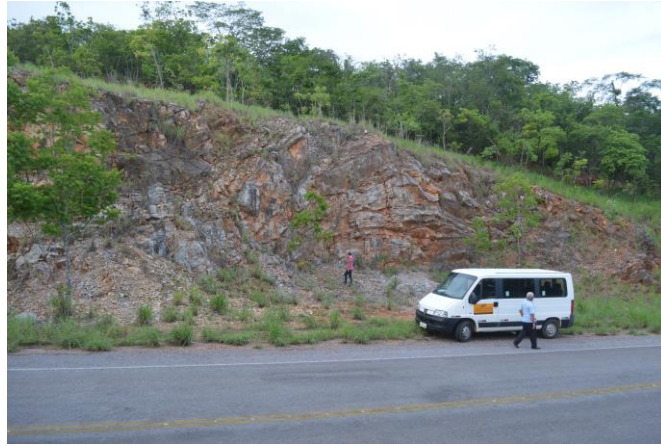


Foto: Fernando Morais (2016).

No ponto 8 (Lat. 12°35'09.56" S; Long. 46°24'21.52" W) (Figura 50), de relevo ondulado, situado em uma meia encosta retilínea, com o coletor mais baixo, há o escoamento superficial sem deposição dos sedimentos do solo que é pouco espesso. Devido ao rebaixamento do relevo influenciado pela drenagem, a exumação da rocha calcária expõe muitos blocos centimétricos. Possui vegetação espaçada de Cerrado Sentido Restrito para Cerradão e presença de uma porção florestal próxima as dolinas. A vegetação sofreu supressão para a introdução de uma linha de transmissão além de prática de pecuária em seus arredores.

Segundo Gillieson (1996), a cobertura vegetal exerce fundamental importância aos processos cársticos e manutenção dos solos. Sua retirada contribui para a geração de vários problemas como: exposição direta do solo a água das chuvas, a não formação da camada orgânica e dióxido de carbono.

A retirada da vegetação nativa é o impacto que mais se destaca em decorrência das atividades agropecuárias, comprometendo a dinâmica das paisagens cársticas. Em razão da exposição do solo, destaca o aumento dos processos erosivos (FERREIRA, 2011).

**Figura 50** - Ponto 8 - Porção florestal próxima as dolinas.



Foto: Luiz Ricardo Ferreira Alves (2016).

De drenagem perene, no ponto 9 (Lat. 12°34'28.09" S; Long. 46°23'00.58" W) (Figura 51) há a confluência do rio Sobrado com o rio Tabatinga. Posicionado no canal com curvatura retilínea, além da presença de Mata de Galeria em suas margens, em locais onde ela não se encontra, as margens não suportam a intensidade do fluxo do rio, ocasionando o desbarrancamento em sua curva e, conseqüentemente, seu alargamento. Nota-se também a existência de um meandro abandonado.

**Figura 51** - Ponto 9. Ao fundo, desbarrancamento das margens do rio Sobrado.



Foto: Luiz Ricardo Ferreira Alves (2016).

Apresenta relevo plano para suave ondulado, onde grandes paredões rochosos podem ser percebidos no campo de visão (porção leste). Possui uma área de planície de inundação,



caracterizando o solo mais orgânico, sendo possível, bem próximo ao rio, atividade de agricultura de subsistência e prática de pecuária devido ao pisoteio de gado. Na parte adjacente, predomina-se solo típico de Latossolo. Em suas proximidades, destaca-se a vegetação Campo Cerrado para Cerrado Sentido Restrito com machas de queimadas em áreas destinadas para pecuária rente ao rio. Processos erosivos foram observados nos cortes de estrada e, na parte superior poucos afloramentos foram percebidos.

O ponto 10 (Lat.12°34'26.86" S; Long. 46°34'06.51" W) (Figura 52) de drenagem perene, se encontra na planície aluvial do rio Sobrado situada no nível de base. Não há presença de afloramento rochoso, seu relevo é plano com vegetação de Cerrado Sentido Restrito para Cerradão além de Mata de Galeria na margem, no entanto, em alguns locais houve a supressão da vegetação influenciada por atividades de lazer. Atividades de subsistência como agricultura e pecuária foram observadas nessa área, por apresentar planície de inundação caracterizando solos com maior fertilidade e pisoteio de gado, respectivamente.

É uma área utilizada para atividades recreativas, mas que não possui nenhuma infraestrutura, podendo ser notado a presença de lixo e restos de fogueira deixados por pessoas que frequentam o local. Nas margens do rio há a ocorrência de processos erosivos e desbarrancamento de sua margem.

**Figura 52** - Ponto 10 - Drenagem perene (rio Sobrado).



Foto: Luiz Ricardo Ferreira Alves (2016).

De relevo ondulado com área bem drenada e situado em média encosta, foi observado o ponto 11 (Lat. 12°35'26.03" S; Long. 46°23'11.43" W) (Figura 53). É composto de Latossolo vermelho onde o calcário é coberto pela cobertura pedológica. A vegetação é típica de Cerradão com supressão da vegetação com árvores espaçadas em consequência do

desmatamento, sendo possível perceber a presença de blocos que desceram da encosta. Além da presença de pastagem, na construção de estrada há a ocorrência de processos erosivos com escoamento superficial em sulcos.

**Figura 53** - Ponto 11 - Supressão da vegetação em consequência das ações antrópicas.



Foto: Wendel Barbosa Rodrigues (2016).

No ponto 12 (Lat. 12°34'51.30" S; Long. 46°23'06.51" W) (Figura 54), de relevo suave a ondulado para ondulado, encontra-se um afloramento rochoso de calcário. A vegetação é composta por Cerrado Sentido Restrito para Cerradão e seu solo é típico de Latossolo vermelho. É uma área bem drenada com presença de pecuária, com predominância de processo erosivo por escoamento superficial.

**Figura 54** - Ponto 12 - Afloramento rochoso de calcário.



Fonte: *Google Earth* (março de 2016).

O ponto 13 (Lat. 12°35'57.92" S; Long. 46°23'32.05" W) (Figura 55), é uma área de relevo suave ondulado para ondulado de curvatura retilínea convexa, situada na encosta inferior com solo típico de Latossolo vermelho. Em suas proximidades encontram-se dolinas aplainadas com vegetação densa. O calcário é coberto por cobertura pedológica além da possibilidade de visualizar afloramentos rochosos bem distantes. O local se encontra em uma zona rural com a presença de atividades de agricultura e pecuária. É uma área mal drenada, sendo percebida a existência de brejo com pisoteio do gado e represamento de água. Nota-se processos erosivos em sulcos por escoamento superficial e mais evoluídos com desbarrancamento nas margens da estrada. A pastagem alterna com a vegetação do tipo Campo Cerrado para Cerrado Sentido Restrito.

De acordo com Floriani (2003), locais com existência de dolinas, estão sujeitos a maiores riscos de afundamento, influenciados pelas atividades humanas. A maior ou menor fragilidade dos terrenos cársticos estão relacionados com o tipo de atividade atuante, no entanto, independentemente disso, sempre irá gerar consequências no mesmo.

**Figura 55** - Ponto 13 – Área rural com a presença de atividades de agricultura e pecuária.



Foto: Luiz Ricardo Ferreira Alves (2016).

Situada em uma meia encosta de colina e de relevo pouco ondulado, encontra-se o ponto 14 (Lat. 12°35'49.65" S; Long. 46°23'33.26" W) (Figura 56). A vegetação é de Cerrado Sentido Restrito, sendo suprimida sua maior parte para pastagem. A vegetação original é mesclada com a secundária por influência da agricultura de subsistência, deixando resquícios de Cerrado. Há a presença de uma dolina margeada por uma estrada, onde sua frente foi desmatada para aproveitamento com a construção de uma represa. Possui drenagem efêmera

migrando para a dolina sem curso de água permanente. Devido a formação herbácea, ocorre a erosão em sulcos e em lençóis, exumando as rochas carbonáticas.

**Figura 56** - Ponto 14 – Influência da agricultura de pequeno porte com resquícios de Cerrado.



Foto: Luiz Ricardo Ferreira Alves (2016).

Próximo ao seu nível de base e com relevo suave ondulado para ondulado, situa-se o ponto 15 (Lat. 12°35'39.46" S; Long. 46°25'22.88" W) (Figura 57). É uma área de planície, onde nas partes mais íngremes encontram-se a vegetação de Cerrado Sentido Restrito com pastagem, na inferioridade da encosta nota-se atividades de pastagem e pecuária. O solo na encosta é típico de Latossolo vermelho e nas partes mais íngremes há o afloramento de pelito em contato com o calcário. Há a presença de uma drenagem intermitente, sendo percebido depósitos recentes do Quaternário sobrepondo o calcário. Observou-se a atuação de erosão fluvial por canais intermitentes escavando as coberturas superficiais exumando o calcário, além de erosão.

**Figura 57** - Ponto 15 - Vegetação típica de Cerrado Sentido Restrito.



Foto: Luiz Ricardo Ferreira Alves (2016).



No ponto 16 (Lat. 12°35'21.91" S; Long. 46°24'12.54" W) (Figura 58) com relevo suave ondulado para ondulado, encontra-se a presença de dolinas de contato. É uma área de recarga com drenagem e zona de escape. Nas bordas da dolina o carste é exumado, sendo possível também perceber a presença de pelitos. A vegetação predominante é de Cerrado Sentido Restrito.

**Figura 58** - Ponto 16 - Dolinas de contato.



Foto: Luiz Ricardo Ferreira Alves (2016).

#### 5.4.7. Considerações Finais

O presente estudo propôs mostrar informações referentes a caracterização da paisagem do entorno do rio Azuis, tendo em vista ser parte de um trabalho mais abrangente, que visa uma análise mais aprofundada além de propor reflexões sobre sua dinâmica na conjunção Físico-Social.

Embora a área de estudo apresente uma pequena dimensão, foram observadas perturbações ambientais que comprometem a dinâmica do carste além de pouca gestão ambiental.

A vegetação, em muitos pontos de análise, foi suprimida totalmente para introdução de atividades de pastagens, agricultura de subsistência, criação de estradas e uso recreativo, porém, o pouco que se resta é mesclado com culturas diversas.

No rio Azuis, sendo uma surgência cárstica, inúmeras consequências foram observadas, no que diz respeito aos distúrbios antrópicos e como isso reflete em sua dinâmica.



Isso ocorre principalmente por ser uma área turística, entre outras atividades realizadas pelos moradores em suas proximidades e os donos dos estabelecimentos comerciais.

Portanto, a área de estudo encontra-se exposta a inúmeros distúrbios antrópicos que afetam diretamente a dinâmica do carste. Há a necessidade de um ordenamento territorial meticuloso, baseado na legislação ambiental além de constante fiscalização dos órgãos responsáveis.

### **5.5. Mudanças na paisagem cárstica do entorno do rio Azuis - Tocantins sob a ótica dos moradores locais**

(Artigo submetido à Revista Geosul. Autores: Luiz Ricardo Ferreira Alves; Fernando Moraes).

#### 5.5.1. Resumo

O presente estudo buscou analisar, por meio trabalho de campo e aplicação de entrevista do tipo semiestruturada, a percepção dos moradores e donos de estabelecimentos comerciais locais, as mudanças sofridas no rio Azuis e seu entorno, destacando como os mesmos veem as atividades antrópicas e seus efeitos nas mudanças da paisagem. Vários problemas foram mencionados, destacando-se as alterações ocorridas na área do rio Azuis ao longo do tempo, fato que resultou em mudanças na dinâmica do carste, capacidade de carga do rio, poluição, desmatamentos, descarte de lixo, entre outros. No tocante ao carste, a área de estudo apresenta grande potencial, contribuindo para o aumento do turismo no local, porém necessita de uma maior participação dos moradores e órgãos responsáveis sobre as questões ambientais e principalmente como lidar com as particularidades da paisagem cárstica.

#### 5.5.2. Abstract

This study analyzes, the survey was based on fieldwork and the application of an interview of the semi-structured type, the thoughts of the residents and owners of local commercial establishments, on the changes that the river Azuis and its surroundings have undergone, highlighting how the residents see the anthropic activities and their effects on landscape changes. Several problems were mentioned, but an emphasis was given to the changes that occurred in the area of the river Azuis over time, which resulted in changes in karst dynamics, river loading capacity, pollution, deforestation, waste disposal, among others.

Regarding karst, the study area has great potential, contributing to the increase of local tourism, but it is also a necessity to ensure a greater involvement of the residents and responsible agencies on the environmental issues and mainly on how to deal with the specificities of the karst landscape.

### 5.5.3. Resumen

El presente estudio buscó analizar, por medio de trabajo de campo y aplicación de entrevista del tipo semiestructurado, la percepción de los habitantes y dueños de los establecimientos comerciales locales, los cambios sufridos en el río Azuis y su entorno, destacando cómo los mismos ven las actividades antrópicas y sus efectos en los cambios del paisaje. Se mencionaron varios problemas, destacándose los cambios ocurridos en el área del río Azuis a lo largo del tiempo, hecho que resultó en impactos en la dinámica del karst, capacidad de carga del río, contaminación, deforestación, descarte de la basura, entre otros. En cuanto al karst, el área de estudio presenta gran potencial, contribuyendo para el aumento del turismo en el lugar, pero necesita una mayor participación de los residentes y organismos responsables por las cuestiones medioambientales y, principalmente, un abordaje especial de las particularidades del paisaje kárstico.

### 5.5.4. Introdução

As atividades humanas têm provocado sérias modificações nas paisagens, em muitos casos com situações irreversíveis, necessitando cada vez mais de estudos científicos que envolvam ambiente e sociedade (BOLÓS,1981).

O ser humano sempre se relacionou com o meio ambiente, e como resultado disso, suas ações desordenadas acabaram por gerar inúmeras consequências no meio natural. De acordo com Ford e Williams (2007), as paisagens cársticas se diferem das outras paisagens, por apresentarem maior fragilidade, sofrendo mais facilmente os impactos das ações humanas.

As áreas cársticas caracterizam-se por apresentarem depressões fechadas, drenagens subterrâneas e cavernas, sendo sua ocorrência, no entanto não exclusivamente, em rochas carbonáticas, por exemplo o calcário (GILLIESON, 1996).

Esse tipo de terreno se desenvolve em rochas carbonáticas, resultando em diferentes formas topográficas influenciadas pelo intemperismo químico. É um sistema composto por

formas positivas e negativas atuando de forma harmônica, sendo facilmente abalado pelas ações humanas (TRAVASSOS; VARELA, 2008).

O município de Aurora do Tocantins, localizado na região sudeste do Estado do Tocantins, tem demonstrado um importante potencial para o estudo dos sistemas cársticos (LOBO; LOURENÇÃO, 2007), caracterizado pela presença de calcários aflorados com morfologia adequada à presença de cavidades e outras feições cársticas, com presença de cavernas de dimensões variadas, proporcionando em algumas delas o uso de atividade turística além de potencial paleontológico e arqueológico (SILVA, 2012).

A área de estudo é compreendida como um local rico em paisagens naturais, com destaque para o rio Azuis, além das riquezas de fauna e flora. Também se destacam na região a presença de cavernas e outras feições cársticas (SILVA, 2012).

Por ser tratar de um sistema frágil e sendo um atrativo turístico muito procurado no Tocantins, a visitação é feita sem nenhum plano de manejo ou ordenamento de qualquer outra natureza. Sobre a fragilidade do carste, Kohler (1989) destaca a importância do planejamento nessa paisagem, levando em consideração o respeito das condições de relevo e seu sistema hidrológico, evitando a poluição das águas endocársticas e promovendo a preservação das áreas de recarga.

Várias são as atividades que resultam em impactos no carste, entre elas: o desmatamento, a agricultura, a urbanização, turismo, pecuária, queimadas entre outras (HARDT, 2008; PILÓ, AULER, 2001; SILVA, MORAIS, 2011).

A elaboração de um plano de manejo é fundamental para que no mínimo possa se aproximar do estado natural de uma determinada paisagem, sendo necessário o estudo e a compreensão do mesmo, com o objetivo de gerar a manutenção de um estado de equilíbrio (HARDT, 2008).

Ao analisar a paisagem, o contexto natural e as implicações ocasionadas pelas ações antrópicas, devem ser levadas em consideração, pelo fato da totalidade em sua abordagem e por apresentarem diferentes níveis de ocupação. Esse fato é, portanto, um impulso responsável em transformar um determinado local, no desenvolvimento e na presença da sociedade (BERTRAND, 1971).

A paisagem é considerada como produto de uma sequência de processos diversos e dinâmicos, onde para a sua compreensão, a relação entre os elementos físicos e biológicos devem ser analisados, relacionando-os também com as ações feitas pela sociedade no espaço e tempo. Dessa forma há a possibilidade da compreensão do tempo e espaço referentes a

natureza, com destaque nas transformações para se analisar o contexto atual (SOARES, 2005).

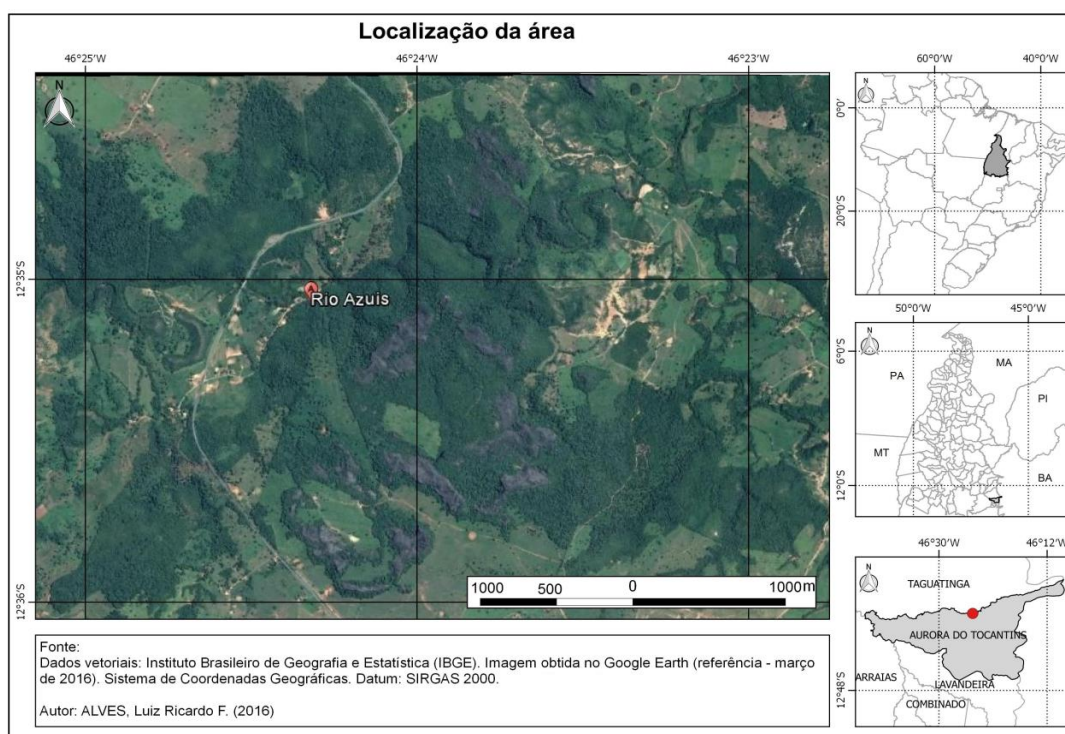
As paisagens são sistêmicas e estão em harmonia com os elementos físicos, sendo que as intervenções humanas sempre irão influenciar sua dinâmica, criando-se novos arranjos e feições, além de novas relações entre o homem e a sociedade (SOARES, 2005). É o resultado das combinações entre os elementos físicos, biológicos e humanos, tornando-a única e indissociável (BERTRAND, 1971).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é analisar as mudanças sofridas na paisagem cárstica no entorno do rio Azuis na perspectiva dos moradores locais, com o intuito de identificar os problemas existentes, explicitando a ótica da população acerca da sua gênese.

### 5.5.5. Área de estudo

A área de estudo, povoado Azuis, localiza-se na porção sudeste do estado do Tocantins a 15,5 km do município de Aurora do Tocantins e 562 km da capital Palmas. Abrange o entorno do rio Azuis onde predominam rochas carbonáticas, perfazendo um total de 21,364 km<sup>2</sup> (Figura 59). Segundo Morais (2013), é uma surgência cárstica com apenas 137 m de extensão e possui atributos cênicos que atraem as atividades turísticas.

**Figura 59** - Localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 5.5.6. Materiais e Métodos

O intuito do trabalho foi obter informações sobre a área de estudo além de observar o atual estado em que se encontra o Azuis e a paisagem cárstica em seu entorno na perspectiva dos moradores locais. Para isso foram realizados trabalho de campo e entrevistas do tipo semiestruturada com os administradores de pontos turísticos, proprietários rurais e o poder público municipal. A partir dos dados obtidos, foi possível compreender os acontecimentos que influenciaram nas transformações da paisagem (GASKELL, 2014).

A abordagem realizada no trabalho é do tipo qualitativa, visando contemplar a compreensão do sistema de exploração antrópica, posto por Bertrand (1971). As concepções sobre as percepções da paisagem foram de acordo com as expostas por Bolós (1981), com destaque nas consequências das atividades humanas nas paisagens.

Com base nas entrevistas, buscou identificar as transformações que mais chamam a atenção dos moradores. Explicitar se há ou não uma noção de conversão da paisagem natural, que ainda não foi alterada pelo homem, para artificial, paisagem transformada pelo homem (SANTOS, 1988).

Para as observações e análises dos processos naturais e antrópicos ocorridos ao longo do tempo, destacando os agentes responsáveis por essas mudanças, teve como base as fontes de informações não usuais fornecidas pelos entrevistados (RODRIGUES, 2004).

Partiu-se de perguntas básicas para se atingir os objetivos do trabalho, atentando-se aos cuidados relacionados a linguagem, forma das perguntas, sequência da pergunta nos roteiros, a escolha e disponibilidade do entrevistado, entre outros aspectos (LAKATOS, 1996; MANZINI, 2003; MANZINI, 2004).

A utilização de entrevista do tipo semiestruturada, possibilitou novos questionamentos, onde não apenas a descrição dos fenômenos foi levada em consideração, mas também a explicação e compreensão da totalidade (TRIVIÑOS, 1987).

Por ser mais flexível e não apresentar perguntas diretas, foi elaborado um roteiro com utilização de tópicos guia, que possibilitou o desenvolvimento de uma conversa para se obter as informações necessárias, permitindo o controle do andamento e o tempo da entrevista, além da preocupação com o bem-estar, conforto e confiança dos entrevistados (GASKELL, 2014; BONI; QUARESMA, 2005).

Buscou-se criar uma atmosfera amistosa e de confiança, atentando-se a não discordância das opiniões dos entrevistados, demonstrando sempre neutralidade perante as questões (GOLDENBERG, 1997).

O roteiro foi elaborado com perguntas principais, porém complementadas por outros questionamentos relevantes às circunstâncias no momento da entrevista. Assim, as respostas foram obtidas de forma mais livre, não sendo condicionadas a uma padronização de alternativas (MANZINI, 1990/1991). Em momentos oportunos, perguntas adicionais foram feitas para o esclarecimento de questões que não ficaram claras, até mesmo para recompor a entrevista quando o entrevistado se desviasse do tema ou apresentasse alguma dificuldade (BONI; QUARESMA, 2005).

Esse tipo de entrevista contribui para respostas espontâneas e uma maior liberdade para o entrevistado, permitindo o surgimento de questões inesperadas que foram muito úteis a pesquisa (BONI; QUARESMA, 2005).

As entrevistas foram compostas por treze perguntas que contemplam sobre a paisagem no entorno do rio Azuis, como os moradores percebem suas alterações ao longo do tempo e a importância da mesma em seu cotidiano, sendo no total, 6 entrevistados. O campo foi realizado entre os dias 23 e 26 de setembro de 2017.

#### 5.5.7. Resultados e Discussão

Os critérios para a escolha dos entrevistados, priorizaram moradores mais idosos, de maneira que atendessem ao objetivo do trabalho, assumindo-se a hipótese de que essas pessoas teriam mais lembranças das características aspectos da paisagem do entorno do rio Azuis.

Através do desenvolvimento da pesquisa, foi possível perceber as mudanças sofridas na área de estudo no decorrer do tempo, identificar os principais problemas ambientais, bem como analisar a percepção dos moradores no que diz respeito aos cuidados ambientais para sua preservação.

A área de estudo, por ser cárstica, caracteriza-se por apresentar maior fragilidade e vulnerabilidade, sendo necessário o envolvimento de toda comunidade para que se possa conservar esse tipo de ambiente (SILVA; MORAIS, 2014).

Com a intenção de descreverem o local e relacioná-lo às diversidades existentes, tanto do ponto de vista natural como do ponto de vista cultural, buscou-se que os entrevistados relatassem sobre as diferentes paisagens, para isso foi perguntado como os mesmos percebem o local onde moram.

Como resposta, os entrevistados destacaram o quanto o local lhes proporciona em beleza, com paisagens naturais, destacando sua vegetação exuberante e as riquezas das águas,

mas que, no entanto, encontram-se com sérios problemas ambientais pela forma que é administrada.

As questões sobre como era a área no passado tiveram como objetivo comparar a situação atual com a anterior, com destaque para as alterações sofridas na paisagem.

No passado, o povoado do rio Azuis não era conhecido por esse nome, era chamado de fazenda Palha, por influência de pessoas que vieram do estado da Bahia. O nome fazenda Palha se justifica pela existência de palhas de pindoba nas margens das estradas e situadas na parte superior dos morros, que eram utilizadas para cobrir os telhados das antigas moradias.

Os moradores mais antigos ainda se referem ao local como “as Palhas”. O nome Azuis surgiu posteriormente, a partir do momento que o rio foi descoberto e por apresentar água cristalina de coloração azulada, proporcionando a construção de estabelecimentos comerciais que contribuíram na divulgação do turismo.

Antes do local se tornar ponto turístico, predominavam atividades de pequeno porte, como produção de cachaça e rapadura pelos poucos moradores que residiam em suas proximidades, para a geração de renda.

No início, as únicas pessoas que frequentavam o local eram os moradores das redondezas, sendo pessoas conhecidas e familiares. No entanto, segundo os entrevistados, com o passar do tempo, a paisagem no entorno do rio foi sendo alterada por interesses majoritariamente econômicos. Antes, o rio era menor e apresentava maior profundidade, sem a necessidade de construção de barramentos, com maior exuberância de vegetação.

O acesso ao banho era nas proximidades da foz do rio, onde notava-se as maiores profundidades. Suas margens eram circundadas por vegetação exuberante com presença de algumas bananeiras (gênero *Musa*) e inhames (família *Dioscoreaceae*), que se situavam em barrancos, além da presença de vegetação em sua parte central, os quais foram retirados para alargar o rio e suprir a demanda do turismo, com o aumento da área de banho. A supressão da vegetação interfere no fluxo e na qualidade da água do carste, sendo muito importante para sua manutenção (União Internacional para a Conservação da Natureza – IUCN, 1997).

Com base no relato dos entrevistados, nota-se que a paisagem está perdendo suas características naturais e se tornando uma paisagem artificial. No local há áreas pavimentadas em volta, escadarias, pisos, coberturas e barramentos de água. Essas mudanças podem ser percebidas com base nas figuras 60a e 60b.

**Figura 60** - a –Áreas concretadas, b – Construção de escadarias nas margens do rio Azuis.



Foto: Luiz Ricardo F. Alves (2017).

De acordo com Santos (1988), as paisagens artificiais são as paisagens alteradas pelo homem. Na atualidade, a paisagem natural é quase inexistente, fato este que reforça preocupações e intenções econômicas ou políticas. O autor complementa que a paisagem há a heterogeneidade das formas naturais e artificiais, onde a vida social nos afasta do contexto natural e nos aproxima ao contexto artificial.

No que diz respeito a pavimentação, ao ser realizada sem um planejamento adequado, provoca sérios problemas nos sistemas cársticos, como a redução da biodiversidade, podendo em muitas situações, afetar os sítios arqueológicos (DAY, 2007).

Ao lado do rio passava uma estrada de terra, que era o único caminho que ligava os municípios de Aurora do Tocantins e Taguatinga. Nos anos 2000, essa estrada foi asfaltada e desativada devido à construção de uma nova rodovia, sendo desativada completamente após o desabamento de uma ponte sobre o rio Sobrado, à montante do rio Azuis. A partir desse acontecimento, canaletas foram construídas no local para amenizar os problemas gerados pelo escoamento superficial concentrado, fruto da pavimentação da estrada (Figura 61).



**Figura 61** - Presença de canaleta para mitigação dos impactos gerados pela pavimentação da estrada.



Foto: Luiz Ricardo F. Alves (2017).

Segundo Ross (2014), a ação humana gera cada vez mais inúmeras consequências nas paisagens naturais, configurando um ritmo que vai além do que a natureza imprime.

Para verificar a influência dos aspectos físicos da paisagem sobre os moradores, foi perguntado qual é a primeira imagem que os entrevistados visualizam no local onde residem. Para os moradores que residem mais afastados do canal fluvial do rio Azuis, consideraram suas propriedades como resposta. Já os moradores que residem nas proximidades do rio, deram como resposta o rio, além de suas riquezas, com destaque para sua má administração, visto que as pessoas que frequentam o local não valorizam suas riquezas e não o usufruem de forma sustentável.

Não há na prefeitura nenhum documento que aponte os reais limites do povoado, sendo assim, com o intuito de verificar quais os limites da área dos Azuis sob o ponto de vista dos moradores, além dos motivos de julgarem esse limite, perguntou-se até onde os entrevistados consideram a área do rio Azuis.

Todos os entrevistados responderam que suas propriedades pertencem aos limites do povoado. Mesmo os que residem mais distantes consideram o rio como integrante do seu cotidiano.

Com o intuito de abordar o valor simbólico da paisagem e também econômico que o rio desenvolve na vida dos habitantes, foi perguntado qual a importância do rio Azuis no dia a dia dos entrevistados.

Como resposta, todos o julgaram importante por utilizarem sua água para suprir suas necessidades além do lazer. Outros aspectos relevantes levantados nas respostas foram a

respeito do valor histórico que o rio pôde proporcionar aos moradores e sua contribuição no comércio para alguns comerciantes.

Sobre como os recursos naturais são vistos pela população, com o intuito de saber se a mesma tem consciência das mudanças e dinâmicas que estes recursos têm ao longo de suas vidas, foram questionados sobre como percebem a atuação das pessoas sobre o uso do meio ambiente no rio Azuis.

Pesquisas realizadas por Silva (2012), mostram o quanto o lixo e o desmatamento se destacam como os principais problemas nesta área, e de acordo com as respostas dos entrevistados, nota-se o quanto esse problema ainda persiste, pois, os turistas não se preocupam com os cuidados ambientais do local. Poucas são as pessoas que se atentam para sua preservação, evidenciado pela quantidade de lixo deixado pelas pessoas que frequentam o local. Mesmo tendo lixeiras e placas indicativas espalhadas, além de orientações dos comerciantes, grande parte do lixo é descartada de forma inadequada (Figura 62).

**Figura 62** - Descarte de lixo de forma imprudente.



Foto: Luiz Ricardo F. Alves (2017).

Alguns turistas de localidades mais distantes percebem a importância de se preservar o rio Azuis, no entanto, muitos dos turistas locais, que residem em suas proximidades, não se preocupam com os cuidados ambientais que devem ser tomados para a preservação do rio, descartando lixo em qualquer lugar, poluindo as águas, comprometendo sua qualidade ambiental.

O descarte de resíduos sólidos em geral, entre outros, nas paisagens cársticas, são práticas muito comuns em inúmeras áreas rurais (VENI et al., 2001), e como o carste possui estrutura que possibilita o transporte de poluentes mais acelerada para o lençol freático, há a possibilidade da poluição dos recursos hídricos subterrâneos (SILVA; MORAIS, 2014).

Muitos visitantes agridem as bananeiras que se encontram no rio Azuis, sendo necessário a utilização, de forma improvisada, de madeiras como suporte para que as mesmas não venham a cair, além de placas de aviso, que em muitas situações não são respeitadas pelos turistas (Figura 63).

**Figura 63** - Suportes improvisados para evitar a queda das bananeiras.



Foto: Luiz Ricardo F. Alves (2017).

O rio Azuis é considerado como uma surgência cárstica, sendo esse tipo de feição caracterizado por Shinzato (1998) com elevado grau de fragilidade ambiental. Nas paisagens cársticas, as ações humanas agravam bastante os problemas ambientais, por serem frágeis e vulneráveis (FORD e WILLIAMS, 2007).

Para avaliar como os moradores percebem os recursos naturais e deles se apropriam; se conseguem apontar mudanças ao longo do tempo, além de destacar os motivos da variação das águas da área de estudo, foram questionados sobre como avaliam a situação do meio ambiente do local.

Segundo os entrevistados, através das inúmeras mudanças ocorridas ao longo do tempo, a situação atual que se encontra o rio é preocupante, sendo percebido uma redução da cobertura vegetal para a prática de atividades voltadas para agricultura de pequeno porte e diminuição do volume de água.

A atividade de agricultura, gera vários impactos que afetam o epicarste, encadeando consequências na fauna subterrânea e no desenvolvimento das cavernas. Outro problema está relacionado à exposição dos solos, acarretando processos erosivos (AULER; PILÓ, 2011).

Sobre as esperanças, atenções em torno da paisagem e o seu futuro, perguntou-se como os entrevistados pensam no futuro do rio Azuis. Sendo possível assertar, a partir das

respostas, que percebem o quanto tais atividades proporcionam sérias consequências na paisagem do rio, além do seu bloqueio, por consequência da redução do volume de água. Muitas construções estão sendo feitas no local, elevando cada vez mais o comércio, e mesmo existindo regras referentes a legislação ambiental e aos cuidados do local, muitas são desconhecidas pelos moradores ou até mesmo não são cumpridas pela maioria das pessoas.

O rio Azuis se tornou referência para o município de Aurora do Tocantins, porém mesmo expondo a real situação em que se encontra o rio sobre os problemas ambientais aos moradores, não há preocupações significativas dos mesmos, a exemplo de alguns proprietários, que pouco se importam com a presença de veículos pesados nas proximidades da nascente, desmatando lentamente para que as pessoas não percebam as agressões ambientais nas margens do rio.

Nos ambientes cársticos, para que haja uma boa gestão, é necessário focar em suas peculiaridades, sendo necessária a implantação de educação ambiental (WATSON et al., 1997), juntamente com a ação em conjunto entre os moradores e o poder público.

Muitos dos entrevistados propõem uma maior exigência para as pessoas, com a introdução de portaria com normas para frequentar o local, como formas de controle e amenizar as consequências ao local.

Segundo ROSS (1994), é necessário a preocupação para o desenvolvimento dos ambientes naturais, levando em consideração não apenas sua potencialidade, mas também suas fragilidades frente as ações humanas. Independentemente do tipo de planejamento econômico e ambiental que se realize, seja ele em escala municipal, estadual, federal, ou qualquer que seja, é relevante o planejamento das intervenções humanas, sendo o ordenamento territorial claro, partindo da potencialidade dos recursos naturais e humanos além da fragilidade dos ambientes.

A participação do governo local é essencial para proteção, planejamento, supervisão e implantação de programas e práticas que apoiem a preservação e impactos no carste (LAMOREAUX et al., 1997). No entanto, com relação à gestão ambiental, muitos municípios brasileiros encontram dificuldades no que diz respeito a ausência de uma articulação na legislação em escala municipal, estadual e federal (RODRIGUES, 2010).

Com o objetivo de expor as transformações socioeconômicas na paisagem, buscou-se registros fotográficos que mostrassem as mudanças nos aspectos visuais da mesma.

Nenhum dos entrevistados possuía registros fotográficos antigos da área, porém em algumas propriedades rurais pôde-se observar e registrar a ocorrência de antigas moradias



(Figuras 64a e 64c), com aproximadamente 50 anos (Figura 64c) e as construções recentes que as substituíram (Figuras 64b e 64d).

**Figura 64** - Construções antigas (a e c) que foram substituídas por novas construções (b e d).

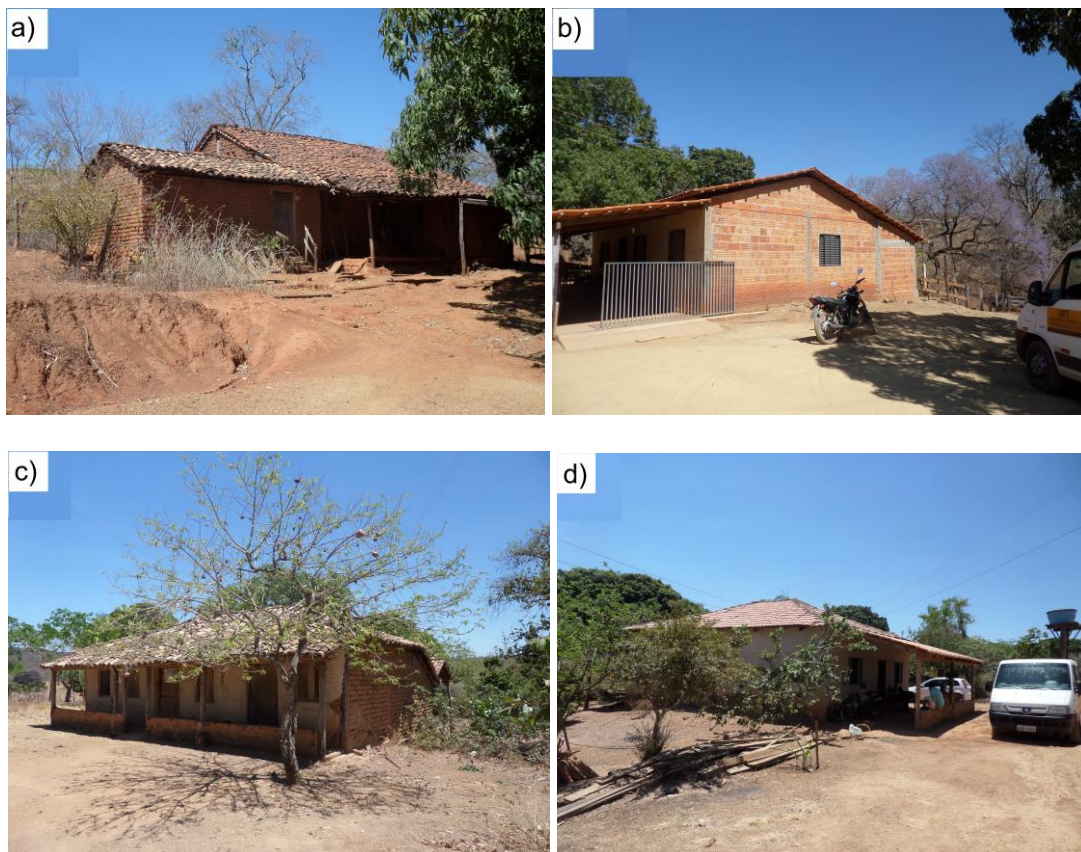


Foto: Luiz Ricardo F. Alves (2017).

Ao verificar quais são as paisagens que os moradores consideram as mais importantes na estruturação e na identidade da propriedade, foi perguntado se fossem divulgar o turismo da área, quais fotografias seriam selecionadas.

Todos destacaram as águas do rio Azuis, pelo fato de chamar mais atenção. Alguns dos entrevistados mostrariam como o rio era antes e como ele se encontra hoje, expondo as mudanças ocorridas durante o tempo.

Com o propósito de verificar se os moradores percebem as mudanças drásticas na paisagem e o que pode vir a desaparecer, foram questionados sobre quais as paisagens deveriam ser fotografadas pelo fato de algum tempo elas não existirem mais, além de mostrarem os motivos do desaparecimento dessas paisagens.

Devido às mudanças que estão ocorrendo ao longo do tempo, os entrevistados destacaram a importância do rio Azuis, expondo diversas situações que estão afetando as

condições de preservação do mesmo, entre elas: o volume do rio influenciado pelo uso da água para o consumo e lazer, onde comparado com o passado, sofreu fortes alterações para suprir as necessidades dos moradores, além do desmatamento para construções que atendam às necessidades comerciais e residenciais. Um dos entrevistados destacou a importância da presença das bananeiras nas margens do rio, mas que, no entanto, estão desaparecendo para aumentar sua área. Como consequência, vislumbram um futuro não muito agradável, com a possibilidade de tornar-se um local sem atrativos, resultando em seu abandono.

Os problemas provocados no meio ambiente, gerados pelas práticas econômicas, apresentam implicações de médio a curto prazo para a sociedade, sendo necessário um Planejamento Físico Territorial com perspectivas sociais e ambientais (ROSS, 2014).

Com a intenção de extrair um sentimento que os entrevistados possuem das paisagens que fazem parte do seu cotidiano (uma paisagem que fosse íntima), foi questionada qual a imagem os entrevistados levariam do lugar onde residem em caso de uma mudança para outro local e quais os motivos da escolha da imagem.

Como resposta, novamente destacaram o rio Azuis além das paisagens naturais em seu entorno. Alguns dos entrevistados levariam imagens antigas e recentes das águas, da vegetação e das pessoas que frequentam o local, com o intuito de mostrar o quanto as atividades humanas afetaram a paisagem e o quanto é importante sua preservação.

Por fim, foi perguntado quais as paisagens ou quais os elementos da paisagem chocam os entrevistados, sendo considerado qualquer coisa negativa que gostariam que desaparecesse, com a intenção de mostrar alguma paisagem que o entrevistado gostaria que deixasse de existir e que não tivesse valor algum.

Para os entrevistados que residem mais distantes do rio, não foi percebido os problemas deste, porém para os que residem em suas proximidades, foram citados a capacidade elevada de visitantes, a falta de preocupação das pessoas em preservar o rio, as construções que estão substituindo a paisagem natural, o nível da água por não ser mais o mesmo do passado, lixo deixado pelos visitantes, e indo mais além, mesmo não estando presente no recorte espacial do estudo, destacaram também as pichações nas cavernas.

Muitas cavernas presentes no município de Aurora do Tocantins mostram a presença de vandalismo. Destaca-se também alterações antrópicas como a retirada de espeleotemas e pichações nas paredes (SILVA; MORAIS, 2016).

Como resultado do trabalho de campo, foi possível registrar algumas imagens das agressões ambientais que estão ocorrendo no rio Azuis e seu entorno. Pelo fato do local estar sofrendo vários problemas ambientais, o estacionamento nas proximidades do rio foi

interditado pelo Instituto Natureza do Tocantins (NATURATINS), sendo construído outro um pouco mais distante, devido os estabelecimentos comerciais não estarem regularizados no local, além de não seguirem corretamente a legislação ambiental. Porém, nota-se o quanto essa situação agrava ainda mais as condições de preservação da área (Figuras 65 e 66).

**Figura 65** - Foto tirada por drone da construção do novo estacionamento mais distante do rio.



Foto: Eudis Jovino (2017).

**Figura 66** - Degradação ambiental na construção do novo estacionamento.



Foto: Luiz Ricardo F. Alves (2017).

A presença de estacionamentos, juntamente com manchas de vazamentos de óleo contribuem para a poluição dos aquíferos (VAN BEYNEN; TOWNSEND, 2005). Em pontos turísticos, essas atividades nas proximidades de superfícies cársticas são problemas muito comuns, os quais acarretam consequências referentes a contaminação dos sistemas subterrâneos (PÉREZ, 1978).

Nas proximidades do rio, percebeu-se processos erosivos na estrada que dá acesso do local (Figura 67). Para a construção da estrada que dá acesso ao rio, foi feito um corte de

estrada, onde notou-se processos erosivos, intensificados pela retirada de solo pelos moradores (Figura 68).

**Figura 67** - Processos erosivos nas margens da estrada que dá acesso ao rio.



Foto: Luiz Ricardo F. Alves (2017).

**Figura 68** - Processos erosivos na entrada do balneário do Azuis.



Foto: Luiz Ricardo F. Alves (2016).

Várias são as consequências das atividades humanas, dentre elas, quase sempre se destacam as erosões, que transportam solos para as partes mais baixas do terreno, onde costumam estar localizados os sumidouros, bloqueando seu dreno, tornando-se um sério problema ambiental nas paisagens cársticas (VENI, et al., 2001).

Aspectos voltados para as alterações ocorridas no rio Azuis ao longo do tempo, se destacam por influência das atividades humanas, sendo um local que proporciona em beleza, mas que se encontra fragilizado, carecendo de cuidados referentes a sua preservação.



#### 5.5.8. Considerações Finais

De acordo com os dados obtidos pela pesquisa, notou-se a existência de vários problemas ambientais na perspectiva dos moradores, estando cientes da situação. Muitos destacaram o quanto o rio Azuis e seu entorno sofreu alterações ao longo do tempo, influenciados pelas atividades humanas, destacando o desmatamento, o descarte de lixo, a redução do volume de água, a quantidade elevada de visitantes no local, além dos vários problemas gerados pela atividade turística, comprometendo seu futuro.

Ao destacar os cuidados ambientais, principalmente sobre o carste, nota-se que pouco está sendo feito pelos órgãos responsáveis e pela população. Muito ainda deve ser desenvolvido a respeito de um plano de gestão adequado, orientação para os moradores e donos dos estabelecimentos comerciais com educação ambiental, uso turístico com as devidas regras, além de expor informações sobre como proceder com os cuidados ambientais para sua proteção.

A existência do rio no cotidiano dos entrevistados é o que mais chama a atenção, tanto no âmbito de seus atributos cênicos, sua utilização para o lazer, além de ser uma referência para a região. Porém, ao tratar dos problemas ambientais deste, é o mais afetado pelas ações humanas, demonstrado pela percepção dos entrevistados em relação as consequências geradas na paisagem.

O rio Azuis apresenta grande valor sentimental para a população, mas necessita de um trabalho mais integrado entre os órgãos responsáveis e a comunidade local, com o intuito de, com base em parcerias, garantir sua proteção e preservação.

Através dos relatos foi possível resgatar-se o contexto histórico, além de se compreender o dimensionamento retrospectivo dos processos dinâmicos da paisagem, destacando as alterações sofridas por esta, tendo como resultado positivo a proposta metodológica, além atender os objetivos propostos referentes as alterações na paisagem a partir da perspectiva dos moradores.

A área de estudo apresenta grande potencial referente ao carste, fato este que expande o turismo no local, no entanto, carece de uma maior participação dos moradores e órgãos responsáveis no que diz respeito aos cuidados ambientais e principalmente como lidar com as peculiaridades da paisagem cárstica.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou compreender a paisagem cárstica no entorno do rio Azuis com base na elaboração de um mapa geomorfológico em escala de detalhe, na caracterização e análises dos processos de suas feições cársticas, e dinâmicas resultantes do uso e ocupação.

Diante dos trabalhos e discussões realizadas, considera-se que:

- ❖ É notória a importância que essa paisagem tem no Tocantins, sendo considerada uma área pequena se comparada a outros locais de maior dimensão que abrangem o estudo do carste, no entanto se destaca por sua atração cênica, sendo visitada por pessoas de várias localidades, além de proporcionar estudos de diversos ramos da ciência geográfica. Assim, deve atentar-se a todos os cuidados necessários para a manutenção de seu funcionamento, por meio de um plano de manejo adequado, com todo apoio a legislação ambiental além da participação dos órgãos responsáveis.
- ❖ A partir da realização dos trabalhos de campo, foi possível perceber o quanto a área de estudo carece de cuidados ambientais. Há pouca preocupação dos moradores, donos dos estabelecimentos comerciais e turistas que frequentam o local. Muitos não têm conhecimento sobre o carste, resultando em uma série de ações que comprometem a dinâmica deste. Percebem a beleza do local, no entanto, não se atentam aos cuidados a serem tomados para sua preservação.
- ❖ Todas as feições cársticas encontradas estão expostas, direta ou indiretamente às ações humanas, sendo utilizadas das mais variadas formas para suprir as necessidades dos moradores. As ações geradas estão acelerando vários outros processos, como: erosões, assoreamentos, desmatamentos, comprometimento da fauna local entre outros, acarretando impactos de maior abrangência em um curto período de tempo.
- ❖ O carste presente na área de estudo encontra-se em exumação devido ao recuo da escarpa oeste da Serra Geral, que, por ação de processos denudacionais, expõe o carste até então encoberto. Porém em muitos pontos observados, encontra-se em exumação devido as atividades de retirada das coberturas vegetal e pedológica para a execução das práticas de agricultura e pecuária, expondo-o diretamente a vários outros distúrbios. Já em outros pontos observados, como consequência das atividades praticadas, o carste encontra-se inumado, resultante do deslocamento da cobertura pedológica, comprometendo seu funcionamento hidrológico.
- ❖ A aplicação da entrevista mostrou a situação da área de estudo sob o ponto de vista dos moradores e donos dos estabelecimentos comerciais. A paisagem desperta o

interesse de muitas pessoas, no entanto, a forma como é administrada gera sérios problemas ambientais, além de carência no que diz respeito a gestão ambiental que preze pelos cuidados ambientais. Sugere-se trabalhos de gestão ambiental nas escolas e orientações para os moradores. Muitos dos entrevistados têm noção de todo o potencial que a área possui, mas percebem os impactos gerados pelas ações humanas e os sérios problemas que pode acarretar no futuro.

- ❖ A realização dos trabalhos de campo e a aplicação da entrevista mostraram as várias transformações que a paisagem em questão sofreu, possibilitando a percepção dos seus principais agentes, além de resgatar o contexto histórico e auxiliar na retrospectiva dos processos.
- ❖ Notou-se a ausência do poder público a respeito de monitoramento e preservação, onde muito deve ser feito sobre as questões ambientais, não apenas pelo turismo, mas também pela relevância atribuída ao carste. É uma área que deve ser explorada com todos os cuidados possíveis, com apoio em legislação ambiental e constantes fiscalizações. Apresenta muitas possibilidades de estudos do carste, porém necessita de cuidados voltados para um Plano de Manejo adequado com o objetivo de evitar sérias perturbações ambientais.
- ❖ A carta geomorfológica forneceu subsídios para uma análise detalhada dos elementos do relevo e seus processos. As características do mapeamento da área priorizam as feições estruturais do relevo, sendo possível diante da escala em que o mapa foi construído (1:25.000). Foi possível identificar diversas feições como: maciços, dolinas, uvalas, *poljés*, surgência e sumidouros. Possibilitou, além da identificação das feições, entender com base na tríade materiais – processos – formas, as características físicas da área.
- ❖ Com base na compartimentação geomorfológica proposta por Kohler (2013), foi identificado o exocarste (carste superficial), seus diferentes domínios, além de suas variáveis responsáveis pela configuração do relevo.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. A de. Quantificação e Sensoriamento Remoto na investigação geográfica. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 51, p. 89 – 93, jun. 1976.

ABREU, K. M. P. de; COUTINHO, Luciano Melo. **Sensoriamento remoto ao estudo da vegetação com ênfase em índice de vegetação e métricas da paisagem**. Campos dos Goytacazes, RJ, v. 16, n. 1, p. 173 – 198, jan/abr. 2014. Disponível em: <<http://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/1809-2667.20140012/3051>>. Acesso em: 02 jan. 2017.

AB’SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, IGEO-USP, n.18, 1969, p. 1-23.

ALVES, L. R. F; MORAIS, F. Caracterização da paisagem cárstica no entorno do rio Azuis – Tocantins. In: Encontro Nacional da ANPEGE, 12., 2017, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2017, p. 9927-9938. Disponível em: <<http://www.enanpege.ggf.br/2017/anais/arquivos/GT%2034/363.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2018.

ANTROP, M. Geography and landscape science. **Belgeo-Revue belge de géographie**, n. 1-2-3-4, p. 9-36, 2000. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/belgeo/13975>>. Acesso em: 08 ago. 2016.

ANTUNES, M. A. H.; DEBIASI, P.; COSTA, A. R. da & GLERIANI, J. M. Correção Atmosférica de Imagens Alos/Avnir-2 Utilizando o Modelo 6S. Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto. **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 64/4, 2012, p. 531-539. Disponível em: <<http://www.lsie.unb.br/rbc/index.php/rbc/article/view/458/472>>. Acesso em: 09 set. 2016.

ARGENTO, M.S.F. Mapeamento Geomorfológico. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Org). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 365-391.

AULER, A. S.; PILÓ, L. B.; SAADI, A. Ambientes Cársticos. In: SOUSA, Célia Regina de Gouveia et al. **Quaternário do Brasil**. 1. ed. Ribeirão Preto: Holos, 2005. p. 321-342.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, Curitiba, v. 8, p. 1-27, 1971. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/raega/article/view/3389/2718>>. Acesso em: 13 abr. 2017.

BIGARELLA, J. J. et al. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais: Fundamentos Geológicos, Alteração Química e Física das Rochas e Relevo Cárstico e Dômico**. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 2007.

BOLÓS, M. de I. Capdevila. Problemática actual de los estudios de paisaje integrado. **Revista de Geografia**. Barcelona. V. 15, n.1-2, 1981. Disponível em: <<http://www.raco.cat/index.php/RevistaGeografia/issue/view/3872/showToc>>. Acesso em: 16 set. 2016.

BONI, V; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Em Tese**, v. 2, n. 1, p. 68-80, 2005. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/emtese/article/viewFile/%2018027/16976>>. Acesso em: 20 out. 2017.

BOSSLE, R. C. **QGIS e geoprocessamento na prática**. 1. ed. São José dos Pinhais: Íthala, 2015.

BRASIL – Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral (1982) – **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SD 23 Brasília; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 660 p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv14552.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

CAMPOS, J. E. G; DARDENNE, M. A. Origem e evolução tectônica da Bacia Sanfranciscana. **Revista brasileira de Geociências**, 27(3), p. 283-294, 1997a. Disponível em: <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/viewFile/11293/10758>>. Acesso em: 2 out. 2016.

\_\_\_\_\_. A glaciação neopaleozóica na porção meridional da Bacia Sanfranciscana. **Revista Brasileira de Geociências**, 24(2), p. 65-76, 1997b. Disponível em: <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/11552/11010>>. Acesso em: 11 out. 2016.

\_\_\_\_\_. Estratigrafia e sedimentação da Bacia Sanfranciscana: uma revisão. **Revista Brasileira de Geociências**. 27(3), p. 269-282, 1997c. Disponível em: <<http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/11291/10756>>. Acesso em: 13 out. 2016.

CARVALHO JÚNIOR, O. A.; et al. Ambientes Cársticos. In: FLORENZANO, T.G **Geomorfologia: Conceitos e Tecnologias Atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 185-218.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. 2005. Disponível em:  
<<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: 13 mar. 2017.

CAVALCANTI, L. C. de S. **Geossistemas no estado de Alagoas: uma contribuição aos estudos da natureza em Geografia**. 2010. 134 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2010. Disponível em:  
<<http://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/6581>>. Acesso em: 26 out. 2016.

\_\_\_\_\_. **Cartografia de paisagens: fundamentos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

CHORLEY, R. J. et al. **Physical Geography: A Systemy Approach**. Prentice Hall International Inc., London, 1971, 370 p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 1980.

CLOPÉS, J. M. Panareda. Estudio del paisaje integrado, ejemplo de Montseny. **Revista de Geografia**, v. 7, n. 1-2, p. 157-165, 1973. Disponível em:  
<<http://www.raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/view/45875/56667>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

COLTRINARI, Lylian. Um exemplo de carta geomorfológica de detalhe: a carta do Médio Vale do rio Parateí, SP (1: 25.000). **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 1, p. 55-63, 1982. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47067>>. Acesso em: 17 set. 2017.

COSTA, M.T; BRANCO J.J.R. 1961. Introdução. In: BRANCO J.J.R. (ed.) Roteiro para a excursão Belo Horizonte – Brasília. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 15. 1961, Belo Horizonte. **Anais...**, Belo Horizonte, 1961, p. 9-25.

CUNHA, C. M. L; QUEIROZ, D. S. A cartografia geomorfológica de detalhe: uma proposta visando à multidisciplinaridade. **Climatologia e Estudos da paisagem – CLIMEP**. Rio Claro, SP, vol. 7, n. 1 -2, p. 22 – 45, jan/dez. 2012. Disponível em:  
<<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/index>>.  
Acesso em: 15 mar. 2017.

DALMOLIN, S. A; et al. Rotinas para a geração de carta geomorfológica na escala 1:250.000. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16. 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE, 2013, p. 5117-123. Disponível em:  
<<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0948.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2017.

DANTAS, R. B. **Análise geomorfológica do carste da área de proteção ambiental de São Desidério-BA**. 2017. 125 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/503>>. Acesso em: 23 nov. 2017.

DARDENNE, M.A. Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30. 1978, Recife, **Anais...**, Recife, 1978, v. 2, p. 597-610. Disponível em: <<https://www.academia.edu/17749176/Dardenne-1978-Sintese-Sobre-A-Estratigrafia-do-Grupo-Bambui-No-Brasil-Central>>. Acesso em: 04 set. 2016.

DAY, M. The karstlands of Antigua, their land use and conservation. **The Geographical Journal**, v. 173, n. 2, p. 170-185, 2007. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/geoj.2007.173.issue-2/issuetoc>>. Acesso em: 13 jul. 2016.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 286 p. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/126047/mod\\_resource/content/1/Sistema%20Brasileiro%20de%20Classifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20Solos%20%C2%AA%20edi%C3%A7%C3%A3o.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/126047/mod_resource/content/1/Sistema%20Brasileiro%20de%20Classifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20Solos%20%C2%AA%20edi%C3%A7%C3%A3o.pdf)>. Acesso em: 13. Nov. 2016.

FERREIRA, C. F. Análise de impactos ambientais em terrenos cársticos e cavernas. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Curso de Espeleologia e licenciamento ambiental**. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/Apostila%20Curso%20de%20Espeleologia%20e%20Licenciamento%20Ambiental.pdf>>. Acesso em: 13 de ago. 2017.

FERREIRA, Z. A. **Diagnóstico físico-conservacionista do ambiente cárstico da bacia do córrego Cana-Brava, Aurora do Tocantins**. 2015. 165 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/249>>. Acesso em: 30 abr. 2016.

FLORIANI, N. **Avaliação da fragilidade geossistêmica de uma microbacia sobre geologia cárstica: Potencial e limitações**. 2003. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Agronomia, Departamento de Área de Concentração Ciências do Solo do Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003. Disponível em: <<http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/28047/D%20-%20NICOLAS%20FLORIANI.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 14 set. 2016.



FORD, D.; WILLIAMS, P. **Karst Hydrogeology and geomorphology**. Chichester: J. Wiley & Sons, 2007, 576 p.

GASKELL, G. Entrevistas individuais e grupais. In: BAUER, M. W; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. 12. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014. p. 64-89.

GILLIESON, D. **Caves: processes, development, management**. Oxford: Clackwell Publishers, 1996, 340 p.

GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar - como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais**. Rio de Janeiro/São Paulo: Editora Record, 1997, 112 p.

GOMES, M. **Proposta metodológica para identificação de áreas vulneráveis para a conservação do patrimônio espeleológico brasileiro**. 2010. 62 f. Monografia. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUBD-953RCA>>. Acesso em: 23 mai. 2017.

GUARESCHI, V. D. **Feições de carste sobre a formação Serra Geral no município de São Martinho da Serra –RS**. 2012. 98 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-graduação em Geografia e Geociências, Centro de ciências naturais e exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012. Disponível em: <[http://w3.ufsm.br/ppggeo/files/dissertacoes\\_2012/Vinicius2012.pdf](http://w3.ufsm.br/ppggeo/files/dissertacoes_2012/Vinicius2012.pdf)>. Acesso em: 12 jan. 2017.

GUERRA, A. J. T. Considerações a respeito da importância da geomorfologia no manejo ambiental. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, n. 1, p. 60-67, jul. 1978. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/boletimgeografico/Boletim%20Geografico%201978%20v36%20n258\\_259.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/boletimgeografico/Boletim%20Geografico%201978%20v36%20n258_259.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2016.

HARDT, R. **Aspectos da morfologia cárstica da Serra do Calcários – Cocalinho - MT**. 2004. 122 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2004. Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/95589/hardt\\_r\\_me\\_rcla.pdf?sequence=1](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/95589/hardt_r_me_rcla.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 13 set. 2017.

\_\_\_\_\_. Sistema cárstico e impactos antrópicos: considerações sobre o manejo. **1º Simpósio de Pós-Graduação em Geografia do Estado de São Paulo-SIMPGEO, Rio Claro**, p. 1295-1309, 2008. Disponível em <<http://www.bibliotecadigital.gpme.org.br/bd/sistema-carstico-e-impactos-antropicos-consideracoes-sobre-o-manejo/>>. Acesso em: 10 jun. 2016.

HART, M. G. **Geomorphology pure and applied**. London: George Allen & Unwin, 1986. 228 p.

HUGGET, R; PERKINS, C. Landscape as form, process and meaning. In: MATTHEWS, J. A.; HERBERT, D. T. **Unifying Geography**. New York: Routledge, 2004. p. 224-239.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades: Lavandeira - TO**. 2014. Disponível em:

<<http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=171215&search=tocantins|lavandeira|infograficos:-historico>>. Acesso em: 07 jun. 2016.

\_\_\_\_\_. **Cidades: Aurora do Tocantins – TO**. 2013. Disponível em:

<<http://ibge.gov.br/cidadesat/painel/historico.php?lang=&codmun=170270&search=tocantins|aurora-do-tocantins|infograficos:-historico>>. Acesso em: 13 mai. 2017.

IGLESIAS, M; UHLEIN, A. Estratigrafia do Grupo Bambuí e coberturas fanerozóicas no vale do rio São Francisco, norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 39, n. 2, p. 256-266, 2009. Disponível em:

<<http://ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/7661/7088>>. Acesso em: 23 out. 2016.

INVTUR – Inventário Turístico. **Inventário da Oferta Turística de Aurora – Tocantins**, 24 p., 2008.

IUCN – International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. **Guidelines for Cave and Karst Protection**. World Commission on Protected Areas, 65 p., 1997.

Disponível em: <<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/1997-026.pdf>>. Acesso em: 23 de ago 2016.

JONES, W. K. et al. **Recommendations and guidelines for managing caves on protected lands**. Charles Town: Karst Waters Institute, 2003, 93 p.

KARMANN, I. **Evolução e dinâmica atual do sistema cárstico do Alto Vale do rio Ribeira de Iguape, sudeste do Estado de São Paulo**. 1994. 274 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo-Instituto de Geociências, 1994. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44134/tde-22042013-163755/pt-br.php>>. Acesso em 13 mai. 2016.

\_\_\_\_\_. Ciclo da Água, Água subterrânea e sua ação geológica. In TEIXEIRA, Wilson et al. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p. 114-136.

KARMANN, I; SÁNCHEZ, L. E. Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil. **Espeleo-Tema**, v. 13, p. 105-167, 1979. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/307630944\\_Distribuicao\\_das\\_Rochas\\_Carbonaticas\\_e\\_Provincias\\_Espeleologicas\\_do\\_Brasil](https://www.researchgate.net/publication/307630944_Distribuicao_das_Rochas_Carbonaticas_e_Provincias_Espeleologicas_do_Brasil)>. Acesso em: 13 out. 2016.

KEPA, T. Karst Conservation in Slovenia. **Acta Carsológica**, 30/1, 2001.

KING, L. C. A. Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 18, p.147-265, 31 ago. 1965. Disponível em: <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg\\_1956\\_v18\\_n2.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1956_v18_n2.pdf)>. Acesso em: 03 jan. 2018.

KLIMCHOUK, A; FORD, D. Types of karst and evolution of hydrogeologic settings. In: **Speleogenesis: Evolution of karst aquifers**. Huntsville: National Speleological Society, 2000, p. 45-53.

KOHLER, H. C. **Geomorfologia cárstica na região de Lagoa Santa – MG**. 1989. 113 f. Tese (Doutorado) – Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, 1989.

\_\_\_\_\_. Geomorfologia Cárstica. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B da. **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 309-334.

\_\_\_\_\_. A escala na análise geomorfológica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 2, n. 1, p. 21-33, 2001. Disponível em: <<http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/5/3>>. Acesso em: 3 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. Geomorfologia Cárstica. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B da. **Geomorfologia: Exercícios, Técnicas e Aplicações**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013. p. 239-250.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. de A. **Técnicas de pesquisa**. 3ª edição. São Paulo: Editora Atlas, 1996.

LAMOREAUX, P. E.; POWELL, W. J.; LEGRAND, H. E. Environmental and legal aspects of karst areas. **Environmental Geology**, v. 29, n. 1, p. 23-36, 1997. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s002540050100>>. Acesso em: 25 out. 2017.

LEITE, E. F. **Caracterização, diagnóstico e zoneamento ambiental: exemplo da bacia hidrográfica do rio Formiga – TO**. 2001. 228 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de

Uberlândia – Instituto de Geografia, 2001. Disponível em:  
<<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/15941>>. Acesso em: 3 nov. 2016.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

LIMA, F. J de, et al. Mapeamento geomorfológico em escala de semi-detalle e a flexibilização de manuais de mapeamento: breves considerações a partir de um estudo de caso – setor subúmido do planalto sedimentar do Araripe/ CE/ Brasil. **Ensaio de Geografia**. Niterói, RJ, v. 3, n. 6, p. 61-78, 2014. Disponível em: <<http://www.ensaios-posgeo.uff.br/index.php/EG/article/view/125/84>>. Acesso em 5 nov. 2016.

LINO, C. F. **Cavernas**: o fascinante Brasil subterrâneo. 2. ed. São Paulo: Gaia, 2001.

LOBO, E. A. S.; LOURENÇÃO, M. L. F. Ecoturismo e turismo de aventura como alternativas para a conservação do carste de Dianópolis - TO. In: ALMEIDA, A. C. P. C.; COSTA, L. P. **Meio Ambiente, esporte, lazer e turismo – Estudos e pesquisas no Brasil, 1967-2007**. v. 3. Rio de Janeiro: Gama Filho. 2007, p. 55-68.

LUZ, N.B. **Análise espacial como subsídio à recuperação de ecossistemas apoiada na Ecologia Paisagens e imagens Ikonos**. 2002. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, 2002. Disponível em:  
<<http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/28880/D%20-%20NAISSA%20BATISTA%20DA%20LUZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 04 jan. 2017.

MACIEL, A. B. C; LIMA, Z. M. C. O conceito de paisagem: diversidade de olhares. **Sociedade e Território**, v. 23, n. 2, p. 159-177 (Jul-Dez.) 2011. Disponível em:  
<<https://periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/view/3505>>. Acesso em: 23 set. 2016.

MANZINI, E. J. **A entrevista na pesquisa social**. Didática, São Paulo, v. 26/27, p. 149-158, 1990/1991. Disponível em: <<http://www.eduinclusivapesq-uerj.pro.br/images/pdf/manzinisaopaulo1990.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.

MANZINI, E.J. Considerações sobre a elaboração de roteiro para entrevista semiestruturada. In: MARQUEZINE: M. C.; ALMEIDA, M. A.; OMOTE; S. (Orgs.) **Colóquios sobre pesquisa em Educação Especial**. Londrina: eduel, 2003. p.11-25. Disponível em:  
<<http://www.eduinclusivapesq-uerj.pro.br/images/pdf/manzinilondrina2003.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.

MANZINI, E. J. Entrevista semiestruturada: análise de objetivos e de roteiros. **Seminário internacional sobre pesquisa e estudos qualitativos**, v. 2, p. 10, 2004. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/consagro/files/2012/03/MANZINI-Jos%C3%A9-Eduardo-Entevista-semi-estruturada-An%C3%A1lise-de-objetivos-e-de-roteiros.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.

MARCUZZO, F. F. N; GOULARTE, E. R. P. Caracterização do Ano Hidrológico e Mapeamento Espacial das Chuvas nos Períodos Úmido e Seco do Estado do Tocantins. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 06, n. 1, p. 91-99, 2013. Disponível em: <[http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/14837/Art\\_Marcuzzo\\_ano.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/14837/Art_Marcuzzo_ano.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 23 ago. 2016.

MILAGRES, V. R; SOUZA, L. B. Ensaio sobre paisagem e o turismo: uma viagem além das disciplinas. **Revista Geografia**. Londrina, PR, v. 21, n. 1, p. 037-063, jan. /abr. 2012. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/9209/12669>>. Acesso em: 21 nov. 2016.

MORAIS, F de. Caracterização Geomorfológica da Região de Aurora do Tocantins, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, n. 2, p.163-170 (Abr.-Jun.) 2013. Disponível em: <<http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/312/326>>. Acesso em 12 mai. 2016.

\_\_\_\_\_. Aspectos gerais da área cárstica de Aurora do Tocantins. **Para conhecer a Terra – memórias e notícias de geociências no espaço lusófono**. Imprensa da Universidade de Coimbra. Coimbra, p. 1-12, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10316.2/31489>>. Acesso em: 08 jun. 2016.

MORAIS, F de; SOUZA, L. B. Cavernas em Arenito na porção Setentrional da Serra do Lajeado, Estado do Tocantins – Brasil. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 9, n. 2, p. 1-13, 2009. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/500/50016937001.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2017.

MOURA, M. T. T de. O carste da região de Prudente de Moraes – MG. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 73, p. 125-148, 1994. Disponível em: <<http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/boletim-paulista/article/viewFile/889/783>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

MÜLLER, L. et al. Considerações taxonômicas e paleoclimáticas sobre os *tayassuídeos* (mammalia: cetartiodactyla) fósseis registrados nas cavernas de Aurora do Tocantins, norte do Brasil. In: XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 23, 2013, Gramado, **Anais...** Gramado, 2013, v. 1, n 1, p 251. Disponível em: <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwier9GNhNvYAhWDEpAKHdU6BegQFggoMAA&url=http%3A%2F%2F>>

[Fwww.sbpbrasil.org%2Fget\\_file%3Ffile%3D%2Fassets%2Foutras\\_publicacoes\\_sbp%2Foutras\\_publicacoes\\_sbp\\_4\\_arquivo\\_1395519182.pdf%26filename%3DPaleontologia%2Bem%2BDestaque%2B-%2BEdi%25C3%25A7%25C3%25A3o%2BEspecial%2BOutubro%252F2013%2B%2528Boletim%2Bde%2BResumos%2Bdo%2BXXIII%2BCongresso%2BBrasileiro%2Bde%2BPaleontologia%2529.pdf&usg=AOvVaw0SgcdILDZ4NSbTN2S4Eh\\_6](http://www.sbpbrasil.org/2Fget_file%3Ffile%3D%2Fassets%2Foutras_publicacoes_sbp%2Foutras_publicacoes_sbp_4_arquivo_1395519182.pdf%26filename%3DPaleontologia%2Bem%2BDestaque%2B-%2BEdi%25C3%25A7%25C3%25A3o%2BEspecial%2BOutubro%252F2013%2B%2528Boletim%2Bde%2BResumos%2Bdo%2BXXIII%2BCongresso%2BBrasileiro%2Bde%2BPaleontologia%2529.pdf&usg=AOvVaw0SgcdILDZ4NSbTN2S4Eh_6)>. Acesso em: 13 nov. 2016.

NAVARRO, A. L. **La geografía del paisaje y del medio ambiente: teorías y educación**. Disponível em: <<http://www.observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal8/Teoriaymetodo/Teoricos/04.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2017.

NETO, R. M. A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações e possibilidades de aplicação. **Geografia**, v. 17, n. 2, p. 67-87, 2008. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/2354/2175>>. Acesso em: 02 set. 2017.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher, 2010. 388p.

OLIVEIRA, A; SOUZA, R. M. Contribuições do método geossistêmico aos estudos integrados da paisagem. **Geoambiente on-line**, n. 19, p. 157-175, 2012. Disponível em: <[http://www.geoplan.net.br/material\\_didatico/Metodo%20geossistemico\\_2012.pdf](http://www.geoplan.net.br/material_didatico/Metodo%20geossistemico_2012.pdf)>. Acesso em: 14 out. 2016.

PANIZZA, M. Analysis and mapping of geomorphological processes in environmental management. **Geoforum**, v. 9, n. 1, p. 1-15, 1978. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0016718578900209>>. Acesso em: 23 set. 2017.

PASCHOAL, L. G. et al. Utilização do ArcGis 9.3 na elaboração de simbologias para mapeamentos geomorfológicos: Uma aplicação na área do Complexo Argileiro de Santa Gertrudes/SP. 2010. In: **VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia**. Recife: 2010, 13 p. Disponível em: <<http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/8/10/75.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2017.

PASCHOAL, L. G.; CUNHA, C. M. L.; CONCEIÇÃO, F. T. A Cartografia geomorfológica como subsídio para a análise do relevo antropogênico em área de mineração. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, n. 4, 2013. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/290632423\\_A\\_CARTOGRAFIA\\_GEOMORFOLOGICA\\_COMO\\_SUBSIDIO\\_PARA\\_A\\_ANALISE\\_DO\\_RELEVO\\_ANTROPOGENICO\\_EM\\_AREA\\_DE\\_MINERACAO](https://www.researchgate.net/publication/290632423_A_CARTOGRAFIA_GEOMORFOLOGICA_COMO_SUBSIDIO_PARA_A_ANALISE_DO_RELEVO_ANTROPOGENICO_EM_AREA_DE_MINERACAO)>. Acesso em: 15 ago. 2017.

PASCHOAL, L. G. **Estudo dos efeitos da criação de morfologias antropogênicas em área de mineração**. 2014. 177 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista – Júlio de Mesquita Filho – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Campus de Rio Claro, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/123769>>. Acesso em 02 set. 2017.

PASCHOAL, L. G. et al. Estudos geomorfológicos em área de mineração em Portugal: cartografia geomorfológica para análise do impacto entrópico sobre o relevo. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n. 1, 2016. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Lucio\\_Cunha/publication/299648764\\_ESTUDOS\\_GEOMORFOLOGICOS\\_EM\\_AREA\\_DE\\_MINERACAO\\_EM\\_PORTUGAL\\_CARTOGRAFIA\\_GEOMORFOLOGICA\\_PARA\\_ANALISE\\_DO\\_IMPACTO\\_ANTROPICO SOBRE O RELEVO/links/5708946708aed09e916d28f3/ESTUDOS-GEOMORFOLOGICOS-EM-AREA-DE-MINERACAO-EM-PORTUGAL-CARTOGRAFIA-GEOMORFOLOGICA-PARA-ANALISE-DO-IMPACTO-ANTROPICO-SOBRE-O-RELEVO.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Lucio_Cunha/publication/299648764_ESTUDOS_GEOMORFOLOGICOS_EM_AREA_DE_MINERACAO_EM_PORTUGAL_CARTOGRAFIA_GEOMORFOLOGICA_PARA_ANALISE_DO_IMPACTO_ANTROPICO SOBRE O RELEVO/links/5708946708aed09e916d28f3/ESTUDOS-GEOMORFOLOGICOS-EM-AREA-DE-MINERACAO-EM-PORTUGAL-CARTOGRAFIA-GEOMORFOLOGICA-PARA-ANALISE-DO-IMPACTO-ANTROPICO-SOBRE-O-RELEVO.pdf)>. Acesso em: 02 ago. 2017.

PÉREZ, F.C. Problemas ambientales de áreas carsicas: El efecto de la ocupacion humana sobre el ecosistema cavernícola, parte 2. **Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología**, v. 9, n. 17, p. 73-96, 1978.

PILÓ, L. B. Ambientes cársticos de Minas Gerais: Valor, fragilidade e impactos ambientais decorrentes da atividade humana. **O Carste**. Belo Horizonte, vol.11, n.3, p.50-58 (Jul.) 1999.

\_\_\_\_\_. Geomorfologia Cárstica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v 1, n. 1, p. 88-102, 2000. Disponível em: <[http://www.ugb.org.br/home/artigos/RBG\\_01/Artigo09\\_RBG\\_2000.pdf](http://www.ugb.org.br/home/artigos/RBG_01/Artigo09_RBG_2000.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2016.

PILÓ, L. B.; AULER, A. Introdução à espeleologia. **Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental**. Belo Horizonte: Instituto Terra Brasilis, p. 7-23, 2011. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/Apostila%20Curso%20de%20Espeleologia%20e%20Licenciamento%20Ambiental.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2017.

PINTO, P. H. P. **As chuvas no estado do Tocantins: distribuição geográfica e gênese das variações rítmicas**. 2013. 165 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/95539?locale-attribute=es>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

PONZONI, F. J. & SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. São José dos Campos, SP: Ed. Parêntese, 2010, 136p.



PORSANI, J. L.; FONTES, S. L. O método magnetolúrgico aplicado à Bacia do São Francisco, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 19, n. 2, p. 145-154, 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-261X2001000200003&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-261X2001000200003&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 27 nov. 2016.

RADAMBRASIL, Projeto. Folha SD. 23: Brasília. **Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro, Levantamento de recursos naturais**, v. 29, 1982. 660 p. Disponível em <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv14552.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2016.

RODRIGUES, C. A urbanização da metrópole sob a perspectiva da geomorfologia: tributo a leituras geográficas. In: CARLOS, A. F. A; OLIVEIRA, A. U de (Org.). **Geografia de São Paulo: representação e crise da metrópole**. 1. ed. São Paulo: Contexto, 2004. p. 89-114.

RODRIGUES, C. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: um exemplo na metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia**. v. 17, p. 101 – 111, 2005. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47278>>. Acesso em: 28 jul. 2016.

RODRIGUES, M. L. A **percepção da sociedade na gestão ambiental municipal**. 2010. 182f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-13102010-150144/fr.php>>. Acesso em: 12 set. 2016.

RODRIGUES, M. L. Classificação e tipologia dos lapíás: contributo para uma terminologia das formas cársticas. **Revista Portuguesa de Geografia-Finisterra**, v. 47, n. 93, p. 147-158, 2012. Disponível em: <<http://revistas.rcaap.pt/finisterra/article/view/1305>>. Acesso em: 05 fev. 2018.

RODRIGUES, T. S. et al. Avaliação do desempenho de dois Índices de Vegetação (NDVI e SAVI) por meio de Índice de Qualidade de Imagens. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTOTO, 16. 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE, 2013, p. 0696-0703. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0704.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2016.

ROSOLÉM, N. P; ARCHELA, R. S. Geossistema, território e paisagem como método de análise geográfica. In: SEMINÁRIOS LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 6; SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2. 2010, Portugal. **Anais...**, Portugal: Universidade de Coimbra, 2010, p. 1-9. Disponível em: <<http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema1/nathalia>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 6, p.17-28, 1992. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47108>>. Acesso em: 23 ago. 2016.

\_\_\_\_\_. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, n. 8, p. 63-74, 1994. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47327/51063>>. Acesso em: 25 set. 2016.

\_\_\_\_\_. **Análises e Sínteses na Abordagem Geográfica da Pesquisa para o Planejamento Regional**. Revista do Departamento de Geografia, n. 9, FFLCH-USP, São Paulo, 1995, p. 65-75. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rdg/article/download/53692/57655>>. Acesso em: 13 jul. 2016.

\_\_\_\_\_. Os fundamentos da Geografia. In. ROSS, J. L. S (org.). **Geografia do Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003, p. 11-66.

\_\_\_\_\_. Suporte da geomorfologia aplicada: os táxons e a cartografia do relevo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 4. 2002, Maranhão. **Anais...** São Luís: UFMA. Disponível em: <[http://www2.uefs.br/geotropicos/doc\\_02.pdf](http://www2.uefs.br/geotropicos/doc_02.pdf)>. Acesso em: 11 out. 2016.

\_\_\_\_\_. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 8 ed. São Paulo: Contexto, 2010.

SALLUN FILHO, W; KARMANN, I. Geomorphological map of the Serra da Bodoquena karst, west-central Brazil. **Journal of maps**, v. 3, n. 1, p. 282-295, 2007. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/233275708\\_Geomorphological\\_map\\_of\\_the\\_Serra\\_da\\_Bodoquena\\_karst\\_west-central\\_Brazil](https://www.researchgate.net/publication/233275708_Geomorphological_map_of_the_Serra_da_Bodoquena_karst_west-central_Brazil)>. Acesso em 14 set. 2016.

SALLUN FILHO, W.; KARMANN, I. Províncias cársticas e cavernas no Brasil. In: HASUI, Y; CARNEIRO, C. D. R; BARTORELLI, A; ALMEIDA, F. F. M. (Org.). **Geologia do Brasil**. 1 ed. São Paulo: Beca, 2012, p. 629-641.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004, 184 p.

SANTOS, Milton. **Metamorfoses do espaço habitado**. São Paulo: Hucitec, v. 4, p. 136, 1988. Disponível em: <[http://xa.yimg.com/kq/groups/21776930/1611840959/name/Metamorfose\\_Do\\_Espa%C3%A7o\\_Habitado\\_-\\_Milton\\_Santos.PDF](http://xa.yimg.com/kq/groups/21776930/1611840959/name/Metamorfose_Do_Espa%C3%A7o_Habitado_-_Milton_Santos.PDF)>. Acesso em: 18 out. 2017.

SCHREIBER, K.F. The history of landscape ecology in Europe. In: ZONNEVED, I. S; FORMAN, R. T. (eds). **Changing Landscapes: An Ecological Perspective**. New York: Springer-Verlag, 1990, p. 21-33. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/289075973\\_The\\_History\\_of\\_Landscape\\_Ecology\\_in\\_Europe](https://www.researchgate.net/publication/289075973_The_History_of_Landscape_Ecology_in_Europe)>. Acesso em: 21 out. 2017.

SEMARH-TO. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Tocantins. **Projeto Barraginhas**. 2015. disponível em: <<http://semarh.to.gov.br/conteudo/projeto-barraginhas/383>>. Acesso em: 07 jun. 2016.

SHINZATO, E. **O carste de proteção ambiental de Lagoa Santa (MG) e sua influência na formação dos solos**. 1998. 117 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 1998. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/edgar\\_shizato.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/edgar_shizato.pdf)>. Acesso em: 12 nov. 2017.

SEPLAN (SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E MEIO AMBIENTE) (2008) – **Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial**. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico – DZE. 5 ed. Palmas, 62 p. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/158463384/Atlas-Do-Tocantins-2008-Portugues>>. Acesso em: 12 jun. 2016.

\_\_\_\_\_. **Perfil socioeconômico dos municípios do Tocantins: Aurora do Tocantins**. Diretoria de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico – DZE. Palmas: Seplan, 2013. 40 p. Disponível em: <<https://central3.to.gov.br/arquivo/227416/>>. Acesso em: 25 set. 2016.

SILVA, A. C da; VALE, R. de M. C. Contribuições da cartografia geomorfológica ao planejamento ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 26. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 5. EXPOSICARTA, 25. 2014, Gramado – RS. **Anais...** Gramado – RS, 2014, p. 1-5.

SILVA, F. F da. **Gestão de áreas cársticas em Aurora do Tocantins e Dianópolis – TO: uma análise a partir de perturbações ambientais**. 2012. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2012.

SILVA, F. F. da; MORAIS, F. de. Análise multitemporal da cobertura vegetal no entorno de dez cavernas em Aurora do Tocantins – TO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 31., 2011, Ponta Grossa-PR. **Anais...** Ponta Grossa-PR, 2011, p. 19-24. Disponível em: <<http://www.cavernas.org.br/31cbeanais.asp>>. Acesso em: 30 mar. 2017.

\_\_\_\_\_. Análise da gestão de áreas cársticas em Dianópolis – TO: uma visão a partir da comunidade local. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities medium**. Ituitaba, MG, v. 5, n. 1, p. 157-172, jan./jun. 2014. Disponível em:

<<http://www.seer.ufu.br/index.php/braziangeojournal/article/view/24471>>. Acesso em: 07 jun. 2016.

\_\_\_\_\_. Índice de Perturbações Ambientais em áreas cársticas do estado do Tocantins– Primeira aplicação no Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 3, p. 766-777, 2016. Disponível em:

<<http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/view/1560/957>>. Acesso em: 12 set. 2016.

SILVA, J. M, et al. **Construindo a Ciência**: elaboração crítica de projetos de pesquisa. 1. ed. Curitiba: Pós-Escrito, 2009.

SILVA, L. A. G. C. **Biomias presentes no Estado do Tocantins**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2007. 10 p. Disponível em:

<[http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/index.php?option=com\\_abook&view=book&catid=9:pesquisa&id=1275:biomas-presentes-no-estado-do-tocantins-](http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/index.php?option=com_abook&view=book&catid=9:pesquisa&id=1275:biomas-presentes-no-estado-do-tocantins-)>. Acesso em: 29 outubro 2016.

SOARES, F. M. A paisagem como campo de estudo geográfico. João Pessoa, PB **Caderno do Logepa**. n. 1, v.4, 2005, p. 47-54. Disponível em:

<<http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/logepa/article/view/10997/6177>>. Acesso em: 23 ago. 2017.

SOUZA, J. D. et al. Folha SD.23-Brasília. In: Schobbenhaus, C. et al. (eds.). **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**, Sistemas de Informações Geográficas – SIG, Programa Geologia do Brasil, CPRM, Brasília. CD-ROM, 2004.

SOUZA, T. de A. de; OLIVEIRA, R. C. de. Avaliação da potencialidade de imagens tridimensionais em meio digital para o mapeamento geomorfológico. **Revista Geonorte**, v. 02, n. 04, p. 1348–1355, 2012. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/2193>>. Acesso em: 12 fev. 2017.

SUGUIO, K. O relevo cárstico e a geoespeleologia. In: SUGUIO, Kenitiro. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. p. 277-292.

TRAVASSOS, L. E. P; AMORIM FILHO, O. B. A percepção geográfica da paisagem cárstica como instrumento de preservação. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 1, n. 1, p. 1-10, 2001. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.gpme.org.br/bd/a-percepcao-geografica-da-paisagem-carstica-como-instrumento-de-preservacao/>>. Acesso em: 13 de ago. 2016.

TRAVASSOS, L. E. P; VARELA, I. D. Aspectos legais do uso da água em regiões cársticas. **Ciência & Tecnologia**, v. 8, p. 386-400, 2008. Disponível em: <[http://www.amda.org.br/imgs/up/Artigo\\_04.pdf](http://www.amda.org.br/imgs/up/Artigo_04.pdf)>. Acesso em: 27 abr. 2016.

TRAVASSOS; L. E. P; et al. **Glossário conciso e ilustrado de termos cársticos e espeleológicos**. Belo Horizonte: PUC Minas, 2015, p.65. Disponível em: <[https://issuu.com/patrimonioculturalmpmg/docs/glossario\\_ilustrado\\_travassos\\_et\\_al](https://issuu.com/patrimonioculturalmpmg/docs/glossario_ilustrado_travassos_et_al)>. Acesso em: 11 de set. 2016.

TRAVASSOS, L. E. P. **Considerações sobre o carste da região de Cordisburgo, Minas Gerais, Brasil**. Belo Horizonte: Tradição Planalto, 2010. 102 p. Disponível em: <[www.tradicaoplanalto.com.br](http://www.tradicaoplanalto.com.br)>. Acesso em: 30 maio 2016.

TRICART, J. O karst das vizinhanças setentrionais de Belo Horizonte. **Revista Brasileira de Geografia**, n. 4, p. 451-470, 1956. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.gpme.org.br/bd/o-karst-das-vizinhancas-setentrionais-de-belo-horizonte/>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

\_\_\_\_\_. **Ecodinâmica**. FIBGE/SUPREN, Rio de Janeiro, 1977, 97 p.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

TROPPEMAIR, H; GALINA, M. H. Geossistemas. **Revista Mercator**, v. 5, n. 10, p. 79-89, 2006. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/69>>. Acesso em: 23 ago. 2016

URICH, P. B. **Land use in karst terrain: review of impacts of primary activities on temperate karst ecosystems**. Science for Conservation. 2002, 60 p. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.477.1320&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 25 de ago. 2017.

VALERIANO, M de M. **Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA**. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, v. 12, p. 3595-3602, 2005. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/10.29.11.41/doc/3595.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2017.

VAN BEYNEN, P.E.; TOWNSEND, K.M.A. Disturbance index for karst environments. **Environmental Management**, 36, p. 101-116, 2005. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00267-004-0265-9>>. Acesso em: 13 out. 2017.

VENI, G. et al. Living with karst: a fragile foundation. Environmental awareness series, **American Geological Institute**, p. 64, 2001. Disponível em: <<https://www.americangeosciences.org/sites/default/files/karst.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2017.

VENTURINI, L. A. B. O papel da técnica no processo de produção científica. In: VENTURINI, L. A. Bittar (Org.). **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. p. 13-19.

VERSTAPPEN, H. T.; ZUIDAN, R. A. **ITC System of geomorphological survey**. Manual ITC Textbook, Netherlands: Enschede, 1975, 49 p.

WATSON, J. et al. **Guidelines for Cave and Karst Protection**. Gland, Switzerland; Cambridge, UK: WCPA; IUCN, 53 p., 2007 Disponível em: <<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/1997-026.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2017.

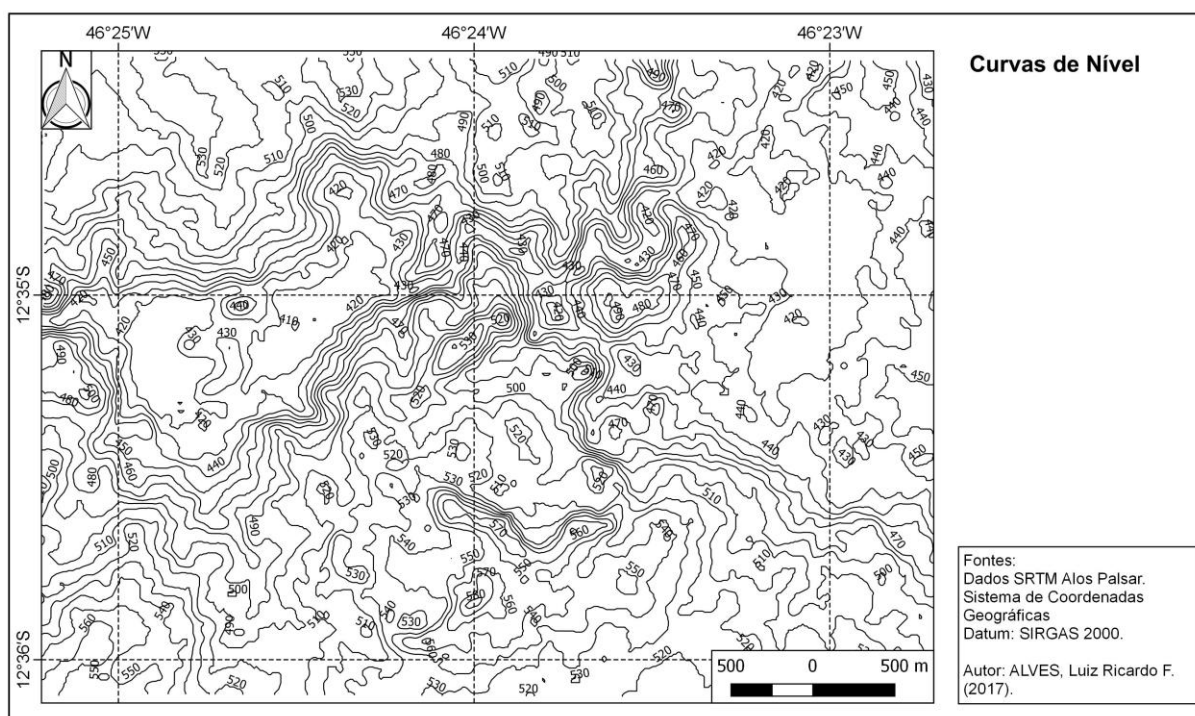
WILLIAMS, P.; FONG, Y. T. **World Map of Carbonate Rock Outcrops v3.0**. SGGES/ University of Auckland: New Zealand, 11 de Apr. 2008. Disponível em: <[http://web.env.auckland.ac.nz/our\\_research/karst/](http://web.env.auckland.ac.nz/our_research/karst/)>. Acesso em: 30 maio. 2016.

XAVIER, H. Considerações sobre a percepção da paisagem geográfica. **Caderno de Geografia**. Belo Horizonte, n. 6, v. 5, 1994, p. 21-26. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/3515/12719>>. Acesso em: 15 mai. 2016.

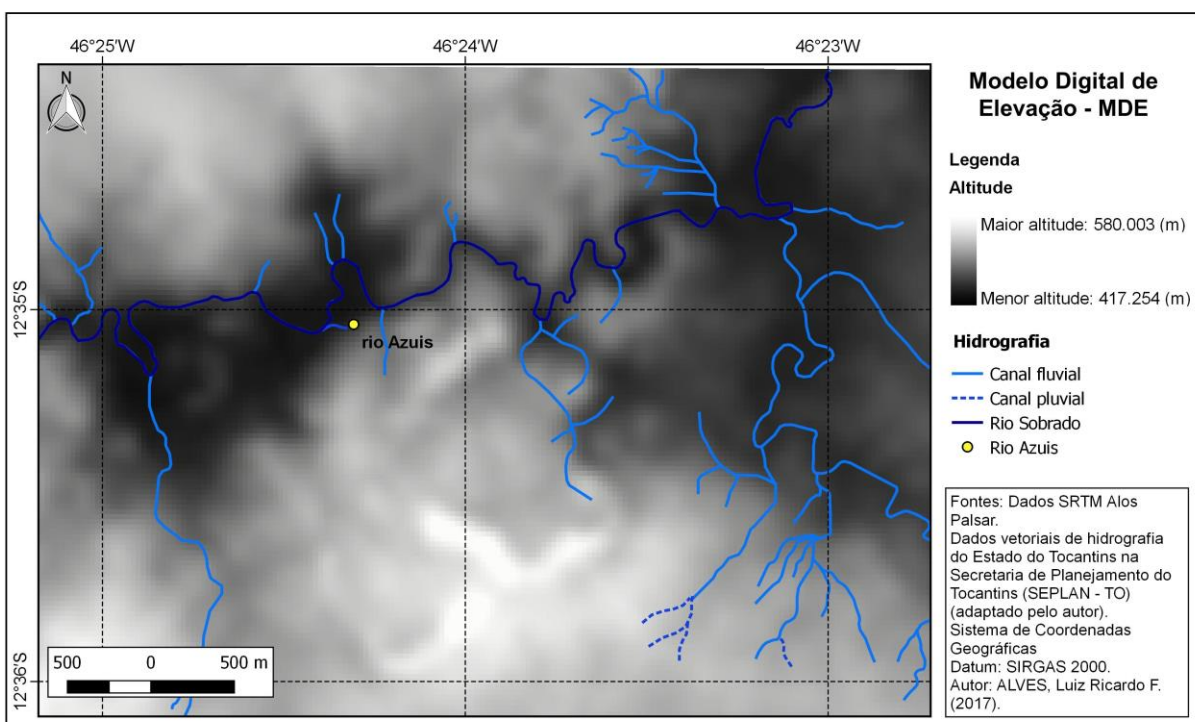
## **APÊNDICES**



## APÊNDICE A – Curvas de Nível (equidistância de 10 m)



## APÊNDICE B – Modelo Digital de Elevação



## APÊNDICE C – Descrição resumida dos pontos observados.

Ponto	Coordenadas	Nome	Litologia	Solos	Relevo	Vegetação	Uso	Processos
1	Lat. 12°34'12.07" S; Long. 46°25'01.33" W	Área rural com vales secos de drenagem intermitente ao fundo	Rochas carbonáticas em exumação	Latossolo vermelho	Suave ondulado para ondulado	Cerrado Sentido Restrito e Cerradão com vales secos de drenagem intermitente	Pavimentação, processos erosivos, pastagem e agricultura	Escoamento superficial e erosão em sulcos
2	Lat. 12°34'13.79" S; Long. 46°23'41.52" W	Sumidouro	Rochas carbonáticas com feições cársticas típicas além de condutos no acamamento rochoso	Latossolo vermelho	Ondulado	Mata seca com Campo Cerrado e Cerrado Sentido Restrito. Presença de árvores de porte médio a alto e cactáceas	Pastagem	Dolinamento
3	Lat. 12°23'12.69" S; Long. 46°22'37.84" W	Dolina de Colapso	Rochas carbonáticas	Latossolo vermelho	Suave ondulado para ondulado	Cerrado Sentido Restrito e Cerradão com presença de cactáceas	Pastagem e estrada abandonada	Abatimento da rocha
4	Lat. 12°34'21.58" S; Long. 46°23'13.44" W	Presença de manilha para passagem de água	Afloramento de pelito em contato com o calcário	Latossolo vermelho	Suave ondulado para ondulado	Cerrado Sentido Restrito e Cerradão com várias espécies de aves	Construção de cercas e estradas; canal soterrado com a introdução de uma manilha para passagem de água	Afloramento de pelito em contato com o calcário e escoamento superficial por ravinamentos

(Continua)

Descrição resumida dos pontos visitados.

	Lat. 12°34'52.43" S; Long. 46°24'23.22" W	Balneário do rio Azuis	Carbonato com cobertura quaternária	Latossolo vermelho (orgânico devido a planície de inundação do rio Sobrado)	Plano para suave ondulado (planície de inundação do rio Sobrado)	Cerrado Sentido Restrito e Mata de Galeria	Agricultura de pequeno porte, área recreativa com presença de residências e estabelecimentos comerciais; pavimentação, lixo, barramento e cabos elétricos expostos nas margens do rio	Processo superficial predominante deposicional
5.1	Lat. 12°34'46.81" S; Long. 46°24'21.36" W	Cemitério nas proximidades do rio Azuis	Carbonato com cobertura quaternária	Latossolo vermelho	Plano para suave ondulado	Cerrado Sentido Restrito e Mata de Galeria.	Presença de casas, estabelecimentos comerciais e estradas	Depósitos aluviais
5.2	Lat. 12°34'48.81" S; Long. 46°24'17.76" W	Ponte quebrada nas proximidades do rio Azuis	Carbonato com cobertura quaternária	Latossolo vermelho	Plano para suave ondulado	Cerrado Sentido Restrito e Mata de Galeria.	Fogueiras, bombeamento de água, presença de casas, estabelecimentos comerciais e estradas	Depósitos aluviais
6	Lat. 12°34'49.00" S; Long. 46°24'59" W	Área recreativa as margens do rio Sobrado	Calcarenito com níveis de conglomerados	Latossolo vermelho	Plano a suave ondulado	Mata de Galeria e de Campo Cerrado	Agricultura, pecuária e uso recreativo nas margens do rio	Feição deposicional

(Continua)

Descrição resumida dos pontos visitados.

	Lat. 12°34'54.33" S; Long. 46°24'40.22" W	Mata de Galeria as margens do rio Sobrado	Carbonatos com cobertura quaternária associada a drenagem	Latossolo vermelho	Ondulado para forte ondulado com planície de inundação nas partes mais inferiores	Mata de Galeria e Cerradão.	Captação de água e prática de agricultura de pequeno porte	Feição deposicional
<b>8</b>	Lat. 12°35'09.56" S; Long. 46°24'21.52" W	Porção florestal próximo as dolinas	Exumação da rocha calcária com exposição de inúmeros blocos centimétricos	Latossolo vermelho	Ondulado	Vegetação espaçada de Cerrado Sentido Restrito para Cerradão e presença de uma porção florestal próxima as dolinas	A vegetação sofreu supressão para a introdução de uma linha de transmissão além de prática de pecuária em seus arredores	Escoamento superficial sem deposição dos sedimentos
<b>9</b>	Lat. 12°34'28.09" S; Long. 46°23'00.58" W	Desbarrancamento das margens do rio Sobrado	Sem presença de afloramento rochoso	Latossolo vermelho	Suave andulado para ondulado	Mata de Galeria	Agricultura e pecuária de pequeno porte	Desbarrancamento
<b>10</b>	Lat. 12°34'26.86" S; Long. 46°34'06.51" W	Drenagem perene (rio Sobrado)	Sem presença de afloramento rochoso	Latossolo vermelho	Plano	Cerrado Sentido Restrito para Cerradão e Mata de Galeria na margem	Supressão da vegetação para atividades de lazer, presença de lixo, atividades recreativas, agricultura, pecuária, restos de fogueira e pisoteio de gado	Processos erosivos e desbarrancamento da margem

(Continua)

Descrição resumida dos pontos visitados.

<b>11</b>	Lat. 12°35'26.03" S; Long. 46°23'11.43" W	Supressão da vegetação em consequência das ações antrópicas	Calcário coberto por cobertura pedológica	Latossolo vermelho	Ondulado	Cerradão	Pastagem e construção de estrada	Processos erosivos com escoamento superficial em sulcos
<b>12</b>	Lat. 12°34'51.30" S; Long. 46°23'06.51" W	Afloramento rochoso de calcário	Afloramento rochoso de calcário	Latossolo vermelho	Suave a ondulado para ondulado	Cerrado Sentido Restrito para Cerradão	Pecuária	Processo erosivo por escoamento superficial
<b>13</b>	Lat. 12°35'57.92" S; Long. 46°23'32.05" W	Área rural com presença de atividades de agricultura e pecuária	Calcário coberto por cobertura pedológica e afloramentos rochosos bem distantes	Latossolo vermelho	Suave ondulado para ondulado	Campo Cerrado para Cerrado Sentido Restrito	Agricultura, pecuária, pisoteio do gado e represamento de água	Processos erosivos em sulcos por escoamento superficial e desbarrancam ento nas margens da estrada
<b>14</b>	Lat. 12°35'49.65" S; Long. 46°23'33.26" W	Influência da agricultura de pequeno porte com resquício de Cerrado	Rochas carbonáticas em exumação	Latossolo vermelho	Pouco ondulado	Cerrado Sentido Restrito	Pastagem, agricultura, presença de estrada, desmatamentos e construção de represa	Erosão em sulcos e em lençóis

(Continua)

## Descrição resumida dos pontos visitados

<b>15</b>	Lat. 12°35'39.46" S; Long. 46°25'22.88" W	Vegetação típica de Cerrado Sentido Restrito	Depósitos recentes do Quaternário sobrepondo o calcário	Latossolo vermelho	Suave ondulado para ondulado	Cerrado Sentido Restrito	Pastagem e pecuária	Erosão fluvial por canais intermitentes escavando as coberturas superficiais com exumação do calcário e além de erosão do tipo efeito cachoeira
<b>16</b>	Lat. 12°35'21.91" S; Long. 46°24'12.54" W	Dolinas de contato	Presença de dolinas com exumação do carste	Latossolo vermelho	suave ondulado para ondulado	Cerrado Sentido Restrito	Presença de estrada, agricultura e pecuária de pequeno porte	Área de recarga com drenagem e zona de escape

Fonte: Elaborado pelo autor.

**ANEXOS**



ANEXO A – Planilha de campo

PROJETO DE PESQUISA: Análise Espacial Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Formiga sob a ótica da Paisagem. Emerson Figueiredo Leite

Ponto núm.: <b>1</b>		N. Fotos →		Lat.		Long.		Alt.	
<b>Vegetação e Flora</b>									
Tipos de extratos									
<input type="checkbox"/> Arboreo		<input type="checkbox"/> Arbustivo		<input type="checkbox"/> Herbáceo		<input type="checkbox"/> Escandescente		<input type="checkbox"/> Epifítico	
<input type="checkbox"/> Gramíneo		<input type="checkbox"/> Epífita		<input type="checkbox"/> Epífita		<input type="checkbox"/> Epífita		<input type="checkbox"/> Epífita	
<p>VEREDA</p>									
<b>Aspectos geológicos e geomorfológicos</b>									
Formas de relevo									
<input type="checkbox"/> Colinas		<input type="checkbox"/> Morrotes		<input type="checkbox"/> Morros		<input type="checkbox"/> Escarpas			
<input type="checkbox"/> Plano (< 5%)		<input type="checkbox"/> suave ond. (5-15%)		<input type="checkbox"/> ond. (15-25%)		<input type="checkbox"/> Abrupto (25-45%)		<input type="checkbox"/> Muito Abrupto (> 45%)	
Tipo de declividade									
<input type="checkbox"/> Baixa		<input type="checkbox"/> Média		<input type="checkbox"/> Média		<input type="checkbox"/> Média		<input type="checkbox"/> Alta	
Estabilidade dos taludes									
<input type="checkbox"/> Baixa		<input type="checkbox"/> Média		<input type="checkbox"/> Média		<input type="checkbox"/> Média		<input type="checkbox"/> Alta	
Rochas exposta									
<input type="checkbox"/> Erosão		<input type="checkbox"/> Sulcos		<input type="checkbox"/> Boçoroca		<input type="checkbox"/> Colúvies		<input type="checkbox"/> Desbarreamento	
<b>Infraestrutura e uso/ocupação da terra</b>									
População									
<input type="checkbox"/> Aglomerado		<input type="checkbox"/> Área Urbana		<input type="checkbox"/> Área Urbana		<input type="checkbox"/> Área Urbana		<input type="checkbox"/> Outros	
Adensamento da população									
<input type="checkbox"/> Baixa		<input type="checkbox"/> Média		<input type="checkbox"/> Média		<input type="checkbox"/> Média		<input type="checkbox"/> Alta	
Intensidade do uso da terra									
<input type="checkbox"/> Baixa		<input type="checkbox"/> Média		<input type="checkbox"/> Média		<input type="checkbox"/> Média		<input type="checkbox"/> Alta	
Condições de Vias de acesso									
Solo exposto									
<input type="checkbox"/> Mineração		<input type="checkbox"/> Praias arenosas		<input type="checkbox"/> Agricultura		<input type="checkbox"/> Queimada recente		<input type="checkbox"/> Pecuária	
<input type="checkbox"/> Desmatamento		<input type="checkbox"/> Desmatamento		<input type="checkbox"/> Desmatamento		<input type="checkbox"/> Desmatamento		<input type="checkbox"/> Desmatamento	
<b>Água</b>									
Disponibilidade									
<input type="checkbox"/> Baixa		<input type="checkbox"/> Média		<input type="checkbox"/> Média		<input type="checkbox"/> Média		<input type="checkbox"/> Alta	
Vizinhança das águas									

PROJETO DE PESQUISA: Análise Espacial Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Formiga sob a ótica da Paisagem. Emerson Figueiredo Leite

2

#### ANOTAÇÕES FINAIS E CROQUIS

Listar as potencialidades ou restrições/outras características para uma proposta de manejo.

**Fonte:** Leite (2001) a partir de Ross (2003) e Santos (2004).