



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS ASSOCIADOS À INSTALAÇÃO DE  
CERVEJARIA EM ÁREA CÁRSTICA NO MUNICÍPIO  
DE PEDRO LEOPOLDO – MG**

**Helen Monteiro de Araújo**

**Belo Horizonte**

**2023**

**Helen Monteiro de Araújo**

**IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS ASSOCIADOS À INSTALAÇÃO DE  
CERVEJARIA EM ÁREA CÁRSTICA NO MUNICÍPIO DE  
PEDRO LEOPOLDO – MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Orientador: Evandro Carrusca de Oliveira

Coorientador: Ricardo Jose Gontijo Azevedo

**Belo Horizonte**

**2023**

**HELEN MONTEIRO DE ARAÚJO**

**IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS ASSOCIADOS À INSTALAÇÃO DE  
CERVEJARIA EM ÁREA CÁRSTICA NO MUNICÍPIO  
DE PEDRO LEOPOLDO – MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Ambiental e Sanitarista.

Data de Aprovação: 27 / 06 / 2023

Banca Examinadora:

---

Evandro Carrusca de Oliveira – Orientador e Presidente da Banca Examinadora  
Prof. Dr. do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG

---

Ricardo Jose Gontijo Azevedo - Coorientador  
Prof. Dr. do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG

gov.br Documento assinado digitalmente  
ISABELLA JANOT PACHECO CARNEIRO  
Data: 06/07/2023 15:14:29-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Isabella Janot Pacheco Carneiro  
MSc Gerente de Unidades de Conservação Estaduais em Mocambeiro – IEF-MG

---

Arnaldo Freitas de Oliveira Júnior  
Prof. Dr. do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG

Emitido em 27/06/2023

**AVALIAÇÃO ACADÊMICA Nº 1/2023 - DGEQ (11.55.13)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

*(Assinado digitalmente em 29/06/2023 11:56 )*  
ARNALDO FREITAS DE OLIVEIRA JUNIOR  
*PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO*  
DCTA (11.55.03)  
Matrícula: ####328#7

*(Assinado digitalmente em 28/06/2023 15:50 )*  
EVANDRO CARRUSCA DE OLIVEIRA  
*PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO*  
DCTA (11.55.03)  
Matrícula: ####504#0

*(Assinado digitalmente em 28/06/2023 00:36 )*  
RICARDO JOSE GONTIJO AZEVEDO  
*PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO*  
DGEQ (11.55.13)  
Matrícula: ####444#9

Visualize o documento original em <https://sig.cefetmg.br/documentos/> informando seu número: **1**, ano: **2023**, tipo: **AVALIAÇÃO ACADÊMICA**, data de emissão: **28/06/2023** e o código de verificação: **8bc6c31653**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus queridos familiares DiLu, que estiveram ao meu lado durante toda a trajetória, sem hesitar, em prol da realização dos meus sonhos. Agradeço especialmente à minha mãe, Luzia, ao meu irmão Imídio e à minha irmã Aline, cuja fé nas possibilidades que poderíamos alcançar juntos sempre foi inabalável. Sou imensamente grata ao meu pai Abelino que, mesmo distante fisicamente, esteve presente diariamente e em cada passo dessa jornada, sendo uma peça fundamental e a dedicação dessa grande conquista.

Expresso minha sincera gratidão aos meus amigos, aqueles que já existiam antes mesmo deste ciclo e que permaneceram ao meu lado, assim como àqueles que tive o prazer de conhecer ao longo dessa trajetória. A presença de vocês enriqueceu minha jornada de maneiras inimagináveis.

Não posso deixar de agradecer aos meus orientadores, cujo conhecimento transmitido e apoio incansável foram essenciais para a concretização desse sonho. Sou grata por me guiarem com sabedoria e confiança.

Por fim, sou imensamente grata a Deus por me permitir escrever esse importante capítulo da minha história.

## RESUMO

DE ARAÚJO, HELEN MONTEIRO. **Impactos socioambientais associados à instalação de cervejaria no município de Pedro Leopoldo-MG.** 2023. 182f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

As áreas cársticas são reconhecidas por sua importância ambiental, cultural e histórica, além de serem produtoras de água subterrânea de boa qualidade, tornando-as atrativas para empreendimentos que necessitam de grandes volumes de água para seus processos produtivos. Diante disso, a presente pesquisa apresenta um estudo de caso que teve como objetivo compreender os potenciais impactos socioambientais da instalação de uma cervejaria em área cárstica no município de Pedro Leopoldo, Minas Gerais. A pesquisa utilizou uma abordagem multidisciplinar, incluindo levantamento bibliográfico de diferentes perspectivas científicas, para realizar a avaliação de impactos ambientais por meio de uma matriz de interação, e a aplicação de um questionário, para obtenção da percepção ambiental. Os resultados obtidos demonstraram a relevância dos impactos socioambientais da cervejaria na região, especialmente em relação à suscetibilidade do comprometimento do abastecimento de água devido ao volume de água subterrânea exigido pelo empreendimento. Com base nos resultados, verificou-se nove componentes ambientais afetados, sendo que 49% dos impactos apresentaram relevância média, 37% relevância alta e 14% relevância baixa, com destaque para a água que representou o componente mais afetado em termos de relevância durante a fase de operação do empreendimento. Além disso, verificou-se que a vazão outorgada pelo empreendimento representa um aumento de cerca de 600% do que hoje é captado para abastecimento de água dos moradores de Pedro Leopoldo, o que pode gerar elevado risco geológico diante da vulnerabilidade cárstica. Com relação à percepção da população, 74% concordaram com a instalação do empreendimento e apenas 26% discordaram, sendo que grande parte dos participantes admitiu não ter tido conhecimento das reuniões públicas sobre a temática. Diante dos resultados obtidos, ressalta-se a importância do compartilhamento claro e adequado das informações relativas aos processos ambientais, além da necessidade de avaliações aprofundadas durante o processo de licenciamento ambiental para garantir a sustentabilidade nas decisões relacionadas à instalação de empreendimentos em áreas cársticas.

**Palavras-chave:** Área Carstica. Água Subterrânea. Cervejaria. Impactos Socioambientais. Licenciamento Ambiental. Percepção Ambiental.

## ABSTRACT

DE ARAÚJO, HELEN MONTEIRO. **Socio-environmental impacts associated with the installation of a brewery in the municipality of Pedro Leopoldo-MG.** 2023. 182f. Undergraduate thesis (Environmental and Sanitary Engineering) - Department of Environmental Science and Technology, Federal Center of Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

Karstic areas are recognized for their environmental, cultural and historical importance, in addition to being producers of good quality groundwater, making them attractive for enterprises that need large volumes of water for their production processes. Therefore, this research presents a case study that aimed to understand the potential socio-environmental impacts of installing a brewery in a karst area in the municipality of Pedro Leopoldo, Minas Gerais. The research used a multidisciplinary approach, including a bibliographic survey of different scientific perspectives, to carry out the assessment of environmental impacts through an interaction matrix, and the application of a questionnaire, to obtain environmental perception. The results obtained demonstrated the relevance of the socio-environmental impacts of the brewery in the region, especially in relation to the susceptibility of compromising the water supply due to the volume of underground water required by the enterprise. Based on the results, nine affected environmental components were found, with 49% of the impacts having medium relevance, 37% high relevance and 14% low relevance, with emphasis on water, which represented the most affected component in terms of relevance during the operation phase of the enterprise. In addition, it was verified that the flow granted by the project represents an increase of about 600% of what is currently captured for the water supply of the residents of Pedro Leopoldo, which can generate a high geological risk due to the karst vulnerability. Regarding the population's perception, 74% agreed with the installation of the project and only 26% disagreed, with most participants admitting that they were not aware of the public meetings on the subject. In view of the results obtained, the importance of clear and adequate sharing of information related to environmental processes is emphasized, in addition to the need for in-depth assessments during the environmental licensing process to ensure sustainability in decisions related to the installation of projects in karst areas.

**Keywords:** Karstic Área. Subterranean Water. Brewery. Socio-Environmental Impacts. Environmental Licensing. Environmental Perception.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. <i>Objetivo Geral</i>	14
2.2. <i>Objetivos Específicos</i>	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1. <i>Caracterização das áreas cársticas e análise hidrogeológica</i>	15
3.2. <i>Cervejarias no Brasil: a importância da água no processo de produção</i>	18
3.3. <i>Sistema de Licenciamento Ambiental em Minas Gerais: estrutura e organização</i>	22
3.4. <i>Implantação de uma cervejaria em Pedro Leopoldo: estudo de caso e análise do processo</i>	24
3.4.1. <i>Análise do Zoneamento Ambiental da APA Carste Lagoa Santa</i>	27
3.4.1.1. <i>Zona de Conservação do Equilíbrio Ambiental Metropolitano – ZCEAM</i>	28
3.4.1.2. <i>Zona de Conservação e Desenvolvimento Urbano e Industrial – ZCDUI</i>	29
3.4.1.3. <i>Zona de Conservação e Desenvolvimento Agrícola – ZCDA</i>	29
3.4.1.4. <i>Zona de Conservação do Planalto das Dolinas – ZCPD</i>	30
3.4.1.5. <i>Zona de Proteção do Patrimônio Cultural – ZPPC</i>	30
3.4.1.6. <i>Zona de Proteção das Paisagens Naturais do Carste- ZPPNC</i>	31
3.4.2. <i>Caracterização da área de estudo</i>	35
3.4.2.1. <i>Clima e condições meteorológicas</i>	40
3.4.2.2. <i>Geologia e geomorfologia</i>	40
3.4.2.3. <i>Espeleologia</i>	40
3.4.2.4. <i>Fauna e Flora</i>	40
3.4.2.5. <i>Socioeconomia</i>	41
3.4.2.6. <i>Recursos Hídricos</i>	41
3.4.2.6.1. <i>Caracterização hidrogeológica local</i>	42
3.4.3. Contextualização do licenciamento do empreendimento em estudo	46

3.4.4. Da concepção à autorização: linha do tempo do processo de licenciamento do empreendimento	47
3.4.5. Identificação de lacunas no processo de licenciamento ambiental: análise ICMBio	50
<b>4. METODOLOGIA</b>	<b>52</b>
4.1. Referencial teórico	53
4.2. Matriz de Avaliação de Impacto	53
4.2.1. Levantamento documental	55
4.2.2. Elaboração de linhas causais	56
4.2.3. Elaboração da matriz de interação	56
4.3.3.1 <i>Seleção de componentes ambientais</i>	67
4.2.4. Premissas do estudo	68
4.3. Estudo de Percepção Ambiental	69
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>71</b>
5.1. Identificação e avaliação de impactos socioambientais	71
5.1.1. Análise documental	71
5.1.2. Avaliação das relações de causa e efeito	73
5.1.3. Compilação matricial dos impactos e análise de relevância	77
5.1.4. Vulnerabilidades ambientais: identificação e avaliação de pontos críticos	88
5.1.4.1 <i>Identificação de riscos e impactos sobre o abastecimento de água</i>	94
5.2. Análise do estudo de percepção ambiental	102
5.3. Análise do processo de licenciamento	113
<b>6. CONCLUSÃO</b>	<b>114</b>
<b>7. RECOMENDAÇÕES</b>	<b>115</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>117</b>
<b>APÊNDICE A – MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS</b>	<b>128</b>

## INDÍCE DE FIGURAS

<b>Figura 3.1-</b> Histórico de cervejarias no Brasil.....	18
<b>Figura 3.2-</b> Número de cervejarias por Unidade Federativa. ....	19
<b>Figura 3.3-</b> Cervejarias no Brasil .....	21
<b>Figura 3.4-</b> Áreas cársticas no Brasil.....	21
<b>Figura 3.5-</b> Sistematização do licenciamento em Minas Gerais.....	22
<b>Figura 3.6-</b> Cavidades APA Carste Lagoa Santa.....	25
<b>Figura 3.7-</b> Localização APA Carste de Lagoa Santa. ....	26
<b>Figura 3.8-</b> Zoneamento Ambiental - APA Carste Lagoa Santa .....	28
<b>Figura 3.9-</b> Mapa de potencialidade do aquífero cárstico – APA Lagoa Santa .....	32
<b>Figura 3.10-</b> Mapa de vulnerabilidade natural do aquífero – APA Lagoa Santa .....	33
<b>Figura 3.11-</b> Mapa de localização do empreendimento.....	36
<b>Figura 3.12-</b> Mapa de localização das Áreas de Influência do empreendimento para o meio socioeconômico. ....	38
<b>Figura 3.13-</b> Mapa de localização das Áreas de Influência do empreendimento para o meio físico e biótico. ....	39
<b>Figura 3.14-</b> Outorgas de captação por empreendimentos presentes em Pedro Leopoldo.....	42
<b>Figura 3.15-</b> Linha do tempo – processo de licenciamento do empreendimento em estudo...	47
<b>Figura 3.16-</b> Perfil de elevação do empreendimento em relação à caverna Lapa Vermelha I.	51
<b>Figura 4.1</b> -Fluxograma - Metodologia da pesquisa.....	52
<b>Figura 4.2-</b> Esquema elaboração da matriz de impacto.....	55
<b>Figura 4.3</b> – Quadro de parâmetros para avaliação de impactos – resumo. ....	57
<b>Figura 4.4</b> – Quadro parâmetros para avaliação de impactos - detalhamento.....	58
<b>Figura 4.5-</b> Atributos para definição da relevância final dos impactos.....	60
<b>Figura 4.6-</b> Atributos para definição da magnitude dos impactos.....	61
<b>Figura 4.7-</b> Atributos para definição da significânci dos impactos.....	63
<b>Figura 4.8</b> – Perguntas realizadas no estudo de percepção ambiental.....	70
<b>Figura 5.1:</b> Linhas causais – Instalação do empreendimento .....	75
<b>Figura 5.2:</b> Linhas causais –Operação do empreendimento.....	76
<b>Figura 5.3-</b> Matriz de interação parcial. ....	78
<b>Figura 5.4-</b> Relevância final dos impactos de natureza negativa .....	79
<b>Figura 5.5-</b> Relevância final dos impactos de natureza positiva .....	79
<b>Figura 5.6-</b> Relevância final dos impactos por fase de atividade – fase de implantação. ....	82

<b>Figura 5.7-</b> Relevância final dos impactos por fase de atividade – fase de operação. ....	83
<b>Figura 5.8-</b> Componentes ambientais afetados pela operação do empreendimento.....	84
<b>Figura 5.9-</b> Percentual de componentes ambientais afetados .....	85
<b>Figura 5.10-</b> Componentes ambientais com impacto de alta relevância. ....	86
<b>Figura 5.11-</b> Percentual de impactos ambientais negativos por abrangência.....	87
<b>Figura 5.12-</b> Avaliação da localização do empreendimento em relação ao raio de proteção de cavidades. ....	89
<b>Figura 5.13-</b> Avaliação da localização do empreendimento em relação a potencialidade de ocorrência de cavidades.....	90
<b>Figura 5.14-</b> Avaliação da localização do empreendimento em relação às Unidades de Conservação.....	91
<b>Figura 5.15-</b> Avaliação da localização do empreendimento em relação à presença de patrimônio arqueológico.....	92
<b>Figura 5.16-</b> Avaliação da localização do empreendimento em relação à presença de patrimônio cultural. ....	93
<b>Figura 5.17-</b> Processos de outorgas na AID e AII do empreendimento em estudo. ....	95
<b>Figura 5.18-</b> População atendida pela captação de água subterrânea por município.....	97
<b>Figura 5.19-</b> Vazão máxima consumida pela comunidade atendida em cada município.....	98
<b>Figura 5.20-</b> Percentual de captação do empreendimento, comparada ao total extraído pelos municípios. ....	99
<b>Figura 5.21 –</b> Origem da população participante .....	102
<b>Figura 5.22-</b> Perfil socioeconômico dos participantes. ....	103
<b>Figura 5.23-</b> Opinião quanto à instalação da cervejaria .....	104
<b>Figura 5.24 -</b> Conhecimento sobre a gestão ambiental da APA Carste Lagoa Santa e opinião dos participantes quanto à instalação do empreendimento.....	105
<b>Figura 5.25-</b> Avaliação do principal benefício da cervejaria para os participantes que concordam. ....	105
<b>Figura 5.26-</b> Avaliação do principal benefício da cervejaria para os participantes que discordam. ....	106
<b>Figura 5.27-</b> Avaliação do principal malefício da cervejaria para os participantes que concordam. ....	106
<b>Figura 5.28-</b> Avaliação do principal malefício da cervejaria para os participantes que discordam. ....	107

<b>Figura 5.29-</b> Opinião sobre a motivação que levou a desistência do empreendimento no local.	
.....	107
<b>Figura 5.30-</b> Conhecimento com relação às reuniões públicas sobre o tema.....	108
<b>Figura 5.31-</b> Noticiários sobre a desistência da instalação da cervejaria. ....	111

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 4.1</b> – Ponderação dos atributos para cálculo da magnitude.....	61
<b>Tabela 4.2</b> – Classes de magnitude.....	62
<b>Tabela 4.3</b> – Ponderação dos atributos para cálculo da significância.....	63
<b>Tabela 4.4</b> – Classes de significância.....	64
<b>Tabela 4.5</b> – Relevância final do impacto.....	64
<b>Tabela 4.6</b> – Classificação da relevância.....	65
<b>Tabela 5.1</b> – Principais atividades envolvidas no processo de implantação e operação do empreendimento.....	71
<b>Tabela 5.2</b> – Ordem dos impactos mais frequentes identificados durante a implantação do empreendimento.....	80
<b>Tabela 5.3</b> – Ordem dos impactos mais frequentes identificados durante a operação do empreendimento.....	81
<b>Tabela 5.4</b> – Captação de água subterrânea nos municípios pertencentes à área de influência.....	96

## 1. INTRODUÇÃO

As áreas cársticas se constituem por estruturas formadas pelo relevo cárstico, caracterizado por rochas calcárias que tem como principal propriedade a dissolução quando em contato com água acidulada (SANTOS, 2019). Diante dessa reação, tem-se a formação de cavernas, grutas, lapas, aquíferos subterrâneos, entre outros arranjos (ALARÇÃO, 2019).

O ambiente cárstico desempenha papel fundamental na manutenção de diferentes ecossistemas, além de compreender grande parte do acervo cultural e histórico associado à formação da sociedade. Destaca-se, também, que as áreas cársticas são responsáveis por grande parte do abastecimento de água potável subterrânea no mundo, sendo que cerca de 16% da população mundial depende, inteiramente ou parcialmente, das águas produzidas por essas estruturas geológicas (DE SOUZA *et al.*, 2020).

Ressalta-se que as características apresentadas por essa formação geológica fazem com que os aquíferos cársticos se destaquem se comparados aos demais aquíferos. Dentre seus principais aspectos, destacam-se a alta produção, a boa qualidade e a formação de feições de trincas e fendas que assumem um alto coeficiente de armazenamento de água (RIBEIRO *et al.*, 2020). Por esse motivo, os ambientes cársticos se tornam grandes atrativos para atividades antrópicas, no entanto, eles apresentam alta vulnerabilidade e risco potencial para contaminação dessas águas subterrâneas.

Nesse cenário, é possível reconhecer que as regiões cársticas representam locais atrativos para a implantação de grandes operações, como indústrias e fábricas que necessitam de um alto volume de água para os processos e fabricação de produtos. Dentre os diversos ramos produtivos, salienta-se o segmento da cervejaria, responsável por um dos maiores consumos de água do mundo, já que a água é um elemento que compõe 93% do produto final da cerveja (CAVALCANTI; SILVA; FONTGALLAND, 2021).

Sendo assim, o presente trabalho busca pesquisar a respeito da vulnerabilidade desta formação geológica, em especial a exploração da água subterrânea, associada à instalação de uma cervejaria em um ambiente cárstico. Para essa avaliação, selecionou-se um estudo de caso real de um empreendimento que estava em processo de licenciamento para implantação da fábrica de cerveja no município de Pedro Leopoldo, Minas Gerais. Diante das circunstâncias que envolveram a análise de impactos socioambientais durante a solicitação da licença do

empreendedor junto ao órgão ambiental competente, bem como os fatores característicos das estruturas geológicas cársticas e históricas da região, observou-se um cenário crítico com grande tendência a consequências impactantes de caráter negativo e de alta relevância ao ecossistema, ao patrimônio cultural e para a comunidade ao entorno.

Destaca-se, ainda, que a obra desta fábrica de cerveja foi definida para se localizar no interior da Unidade de Conservação Federal de Uso Sustentável Área de Preservação Ambiental -APA Carste Lagoa Santa e do Monumento Natural Estadual Lapa Vermelha, onde foi encontrado o fóssil de Luzia, primeira habitante das Américas datado. Destaca-se que o local faz parte da área especial para conservação da biodiversidade, estando inserido, também, em área de segurança aeroportuária.

Nesse contexto, a presente pesquisa pode subsidiar uma reflexão crítica com relação à avaliação de impactos de grandes empreendimentos durante a formalização da licença junto aos órgãos competentes, bem como a transparência do processo. Tal investigação se torna essencial, também, para a identificação das problemáticas e fragilidades associadas à antropização de regiões cársticas e possíveis interferências nos serviços ecossistêmicos do local.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo Geral

Avaliar os impactos e a vulnerabilidade socioambiental associada à instalação de cervejaria em área cárstica no município de Pedro Leopoldo, Minas Gerais.

### 2.2. Objetivos Específicos

- Identificar os riscos potenciais previstos diante da instalação e operação do empreendimento, classificando-os de acordo com sua relevância
- Compreender a percepção da população quanto à instalação da cervejaria e o nível de entendimento da população local quanto a potencialidade dos impactos socioambientais no cenário considerado;
- Avaliar a possibilidade do comprometimento no abastecimento de água da população, em decorrência da operação do ramo cervejeiro em área de característica cárstica;

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Caracterização das áreas cársticas e análise hidrogeológica

As regiões cársticas se caracterizam por locais intensamente habitados desde os primórdios da humanidade em decorrência da maior disponibilidade de água e alimentos, além de ser abrigo para esses indivíduos. Ainda hoje, grande parte das populações é abastecida pelos mananciais cársticos e, ao mesmo tempo, tais regiões acomodam parte da cultura e da construção da história de alguns povos (TRAVASSOS; GUIMARÃES; VARELA, 2008).

As formações geológicas cársticas são formadas pela ação da água em teor ácido em reação com rochas carbonáticas, que resultam na formação de diferentes estruturas, como as cavernas, comumente abrigadas pelo homem pré-histórico. Por isso, grande parte desses locais detém vestígios arqueológicos que são de grande relevância para o entendimento da história dos antepassados (TRAVASSOS; GUIMARÃES; VARELA, 2008).

De maneira mais específica, o processo de carstificação se dá através da dissolução das rochas carbonáticas fissuradas, causadas pela ação da água de caráter ácido, proveniente da decomposição da matéria orgânica húmica, tânica e dos fúlvicos (VESTENA; KOBIYAMA; SANTOS, 2002). Essa dinâmica origina formações heterogêneas, uma vez que esse processo varia de acordo com a composição química da rocha, pelo grau de fraturamento e posição estratigráfica da estrutura (SANTOS; MANOEL; NASCIMENTO, 2010). Dentre as variações das estruturas geológicas cársticas, destacam-se: as lapiás, as dolinas, os sumidouros, as úvalas, os poljés e as ressurgências (TRAVASSOS, 2019).

A água resultante do processo de carstificação é caracterizada por ser dura (alto teor de minerais), principalmente o carbonato resultante das reações químicas ocorrentes. Para Travassos (2019), o carste pode ser formado por um sistema aberto ou sistema fechado, que detém as seguintes características:

- Sistema aberto: moléculas de CO<sub>2</sub> reagem com a água (H<sub>2</sub>O), resultado no ácido carbônico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Essa reação libera íons de bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e prótons de hidrogênio (H<sup>+</sup>) que são consumidos ao regirem com o carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) da rocha, criando outras moléculas de bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) em solução.

- Sistema fechado: Interação entre o CaCO<sub>3</sub> da rocha e do HCO<sub>2</sub> produzido, até que haja todo o consumo de CO<sub>2</sub>. Esse ciclo se difere do primeiro porque no sistema aberto o CO<sub>2</sub> é continuamente substituído por novo CO<sub>2</sub> originário do ar. Já no sistema fechado somente 40 % do total de calcita serão dissolvidos nesse tipo de sistema.

De maneira singular, a formação cárstica é caracterizada pela infiltração de água através dos sumidouros, sendo ainda importante destacar a maior susceptibilidade à permeabilidade existente nessa estrutura geológica. Além disso, esses locais são demarcados pela presença de drenagens no sentido vertical que percorrem condutos e fendas para a direção subterrânea, promovendo a formação dos aquíferos (SANTOS; MANOEL; NASCIMENTO, 2010). Segundo Santos; Manoel e Nascimento (2010, p. 55),

(...) aquífero é todo corpo rochoso ou formação capaz de armazenar e transmitir água. Esta capacidade é própria de cada tipo litológico, ou seja, a capacidade de armazenar (porosidade) e transmitir água (permeabilidade); é o resultado da interação de fatores geológicos com o corpo rochoso, desde a sua formação (SANTOS; MANOEL; NASCIMENTO, 2010, p.55).

Os aquíferos provenientes dos ambientes cársticos se diferenciam dos demais tipos de aquíferos, à medida que a morfologia da área é definida pela dissolução da rocha carbonática e pela estruturação das rochas. Assim, esse cenário possibilita que os aquíferos cársticos se caracterizem pela surgência e ressurgência de água subterrânea frequentemente, o que incentiva o uso e ocupação dessas áreas para diversos fins. No geral, o uso de água subterrânea pode-se dar de dois modos: (1) captação de menor volume de água para uso dos mananciais subsuperficiais por meio da perfuração de cisternas; e (2) captação de volume maior por meio de poços tubulares profundos, para destinação ao abastecimento urbano, industrial e rural (CPRM, 1998).

A vulnerabilidade associada às regiões cársticas são muitas vezes reconhecidas a partir do termo “vulnerabilidade natural de um aquífero”, que descreve a possibilidade de contaminação das águas provenientes desses locais. Tal circunstância está interligada a fatores ambientais, bem como aos processos subterrâneos fundamentados pela geologia, geomorfologia, recarga natural e escoamento superficial da região (SANTOS; MANOEL; NASCIMENTO, 2010). Santos; Manoel e Nascimento (2010, p. 55) ainda destacam que “a vulnerabilidade é distinta do risco de poluição. Este depende não só da vulnerabilidade, mas também da existência de cargas poluentes significativas que possam entrar no ambiente subterrâneo”.

Com isso, pode-se dizer que há possibilidade de existência de aquíferos que apresentam elevado grau de vulnerabilidade, mas que não apresentam riscos de poluição devido à ausência de fontes de contaminação; ao mesmo tempo, é possível que haja aquíferos de alto risco mesmo que não seja identificada a vulnerabilidade no local pela existência de atividades antrópicas que exerçam uma pressão maior sobre o ambiente, por exemplo. Conclui-se, assim, que a ameaça de contaminação de um aquífero deve ser definida a partir da identificação daqueles que são mais vulneráveis às poluições ocasionados pelas atividades desenvolvidas pelo homem, bem como por meio da sua respectiva carga de contaminação (SANTOS; MANOEL; NASCIMENTO, 2010).

Assim, com relação aos aspectos de vulnerabilidade das regiões cársticas, a dissolução das rochas durante o processo de carstificação ocasiona a formação de cavidades no interior dessa estrutura. Nesse cenário, pode-se resultar o colapso e afundamento do solo que se caracterizam, de acordo com Vestena; Kobiyama e Santos (2002, p. 83), por “movimentos bruscos, circulares em forma de cratera, com seção lateral de tronco invertido, sua ocorrência se processa mesmo sem sinais prévios denunciadores sendo os principais causadores de acidentes graves em áreas de carste”.

Nas regiões cársticas, a qualidade da água se associa a composição química da rocha dissolvida, bem como aos fatores climáticos, físicos e antrópicos da região. Santos; Manoel e Nascimento (2010) destacam que a vulnerabilidade da água subterrânea frente aos impactos do homem depende do tempo de percolação dos aquíferos, do fluxo hidrogeológico para dispersão do contaminante e da interação entre contaminante-rocha.

Atualmente, dentre as principais intervenções antrópicas presentes nas áreas cársticas estão: as implantações de aterros sanitários, construção civil, indústrias, e a captação de água subterrânea e superficial para outros fins, como abastecimento humano e agropecuária. As principais consequências acarretadas pelo uso e ocupação dessas regiões são as mudanças nas dinâmicas físicas, químicas e biológicas que sucedem, de maneira grave, na alteração dos regimes hidrológicos superficiais e subterrâneos, no aumento da taxa de impermeabilização do solo, na probabilidade de ocorrência de acidentes geotécnicos, como o colapso do solo, e também, a poluição dos aquíferos (VESTENA; KOBIYAMA; SANTOS, 2002).

Em vista da importância dos aquíferos cársticos para o abastecimento humano e diversos outros usos de cunho econômico, Vestena; Kobiyama e Santos (2002) destacam a necessidade do

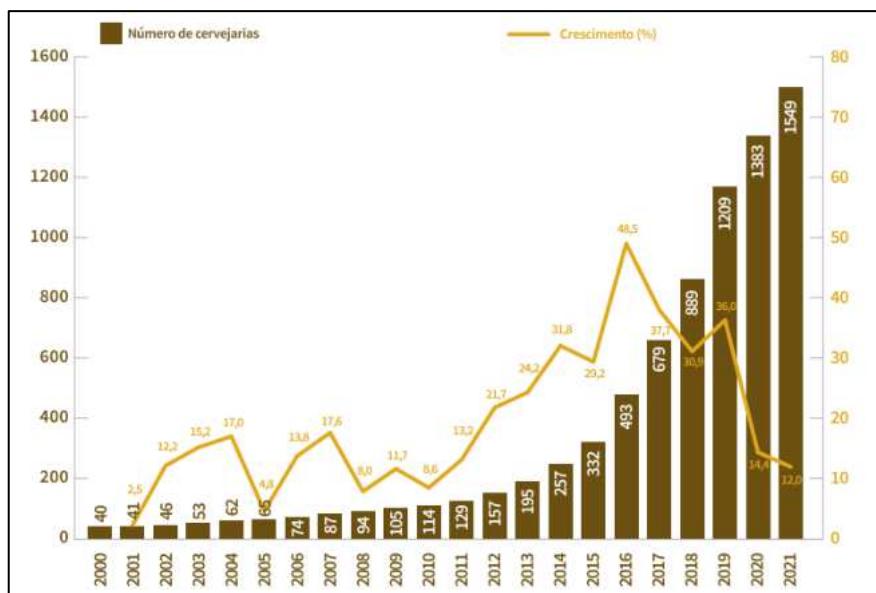
desenvolvimento de instrumentos de gestão do uso dos recursos hídricos e aferimento da vulnerabilidade associada à área. Dessa maneira, é importante que a captação de água subterrânea nos aquíferos cársticos sejam realizados com base em estudos hidrogeológicos, para o entendimento da dinâmica e limitações quanto ao tipo de intervenção e volume a ser captado, de modo a não causar alteração no ciclo hidrológico natural. Outro ponto a ser destacado é o rebaixamento do nível d'água, fator que se apresenta como um aspecto de elevada magnitude, tendo em vista que essa ocorrência é responsável pela aceleração dos processos de subsidência e colapso das estruturas (VESTENA; KOBIYAMA; SANTOS, 2002).

### 3.2. Cervejarias no Brasil: a importância da água no processo de produção

Nos últimos anos tem se observado o aumento substancial das cervejarias artesanais em decorrência da crescente busca por sabores e aromas diferenciados (SALIMBENI; MENEGUETTI; ROLIM, 2016). Assim, devido a preferência comercial por cervejas dessa característica, tem-se notado uma expansão mundial no número de indústrias de bebidas (BATISTA, 2021).

No Brasil, o fortalecimento das cervejarias tem se dado de maneira exponencial, conforme a Figura 3.1 que apresenta o gráfico de número de empreendimentos desse setor produtivo, segundo o Anuário da Cerveja de 2021, divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em 2022.

**Figura 3.1- Histórico de cervejarias no Brasil.**



Fonte: MAPA (2022).

Em Minas Gerais, o histórico tem demonstrado um crescimento médio anual de indústrias cervejeiras de 22,3%, sendo que em 2021 foram identificados 189 empreendimentos, o que impõe ao estado a 4<sup>a</sup> (quarta) posição em números de operações no território brasileiro (Figura 3.2).

**Figura 3.2-** Número de cervejarias por Unidade Federativa.

nº	UF	2017	2018	2019	2020	2021	Crescimento médio anual (%)
1	São Paulo	124	166	241	285	340	29,2
2	Rio Grande do Sul	142	184	236	258	285	19,4
3	Santa Catarina	78	104	148	175	195	26,3
4	Minas Gerais	87	116	163	178	189	22,3
5	Paraná	67	93	131	146	158	24,8
6	Rio de Janeiro	57	62	78	101	105	17,0
7	Espírito Santo	11	17	34	41	57	53,5
8	Goiás	21	25	28	33	35	13,7
9	Bahia	7	12	20	26	27	43,0
10	Rio Grande do Norte	6	9	20	20	19	41,8

Fonte: MAPA (2022).

Dentro desse processo, o elemento mais importante da produção de cerveja é a água, que representa mais de 90% da matéria prima do produto. Atualmente, são gastos cerca de 3 (três) a 4 (quatro) litros de água para cada litro de cerveja produzida (Portal G1, 2016). Esse elemento possui tamanha relevância que representa um dos fatores mais decisivos durante o processo de escolha do local de instalação das fábricas, uma vez que não somente a sua disponibilidade, mas também suas propriedades, são definidoras da qualidade da cerveja produzida. O uso de águas com alta concentração de sulfato de cálcio sucedem em bebidas com sabor amargo, enquanto águas com maiores teores de carbonato de cálcio caracterizam cervejas mais escuras e suaves (JUNIOR; VIEIRA; FERREIRA, 2009).

Nesse cenário, Junior; Vieira e Ferreira (2009) descrevem que, durante a produção de cerveja, é importante que haja a calibração dos parâmetros característicos da água frente aos padrões físico-químicos necessários para a garantia da qualidade e do gosto e aroma requeridos. Diante dos avanços tecnológicos, atualmente é admissível processos de tratamento de água para que seja atingido os padrões desejados. No entanto, essas estratégias apresentam elevados custos e, por isso, muitos empreendedores ainda selecionam a região de localização da operação em função da qualidade da água disponível.

Em vista de relevância da água para o processo de produção de cerveja, tem-se notado uma preferência para instalação desses empreendimentos em regiões cársticas, uma vez que são caracterizadas pela abundância hídrica em detrimento da dinâmica dos aquíferos cársticos e característica da água, conforme discutido no item 3.1. A Figura 3.3 e Figura 3.4 indicam essa relação, ao apresentar um comparativo entre a confluência das cervejarias existentes e das regiões cársticas registradas em território brasileiro.

**Figura 3.3- Cervejarias no Brasil**

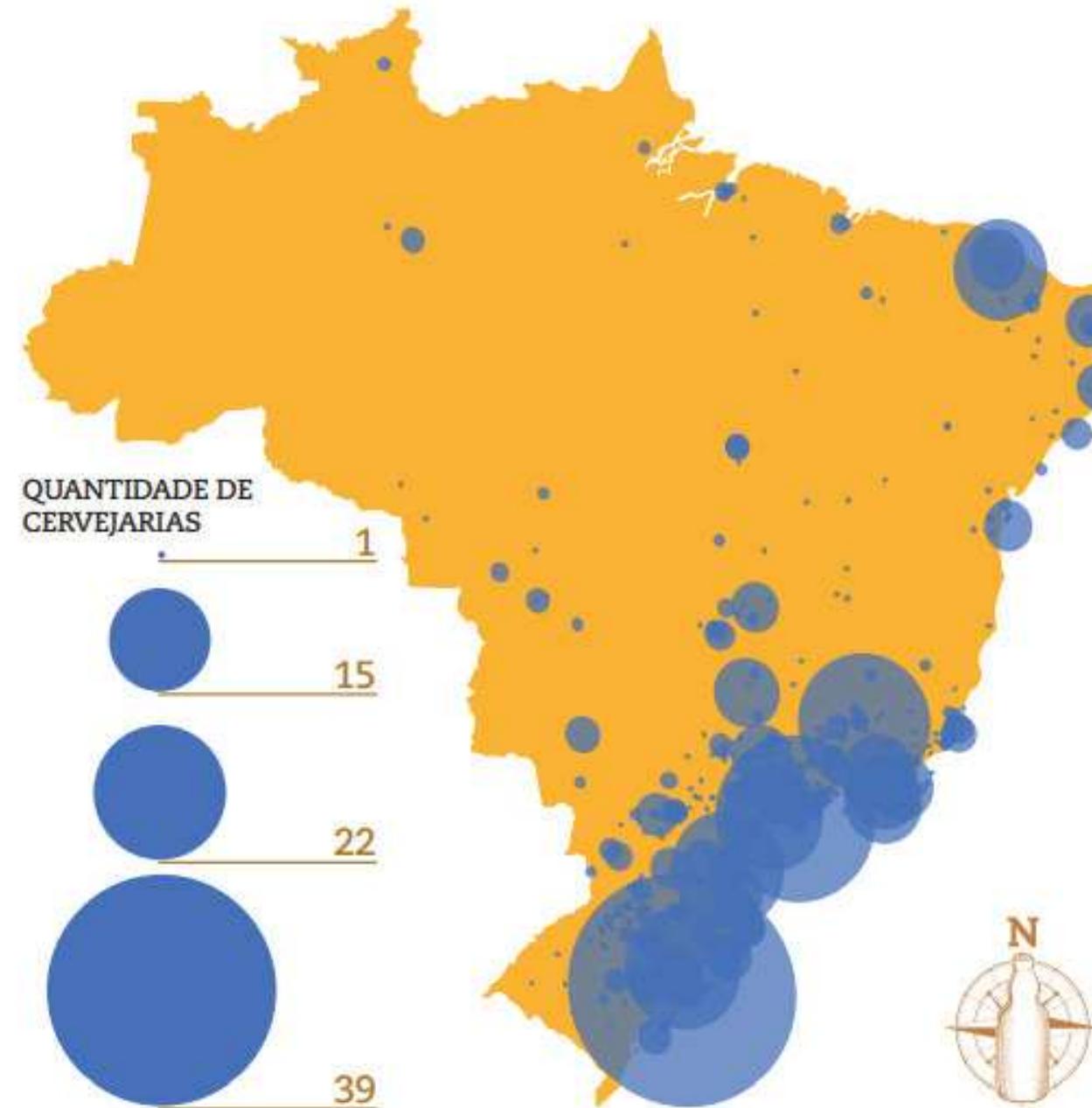
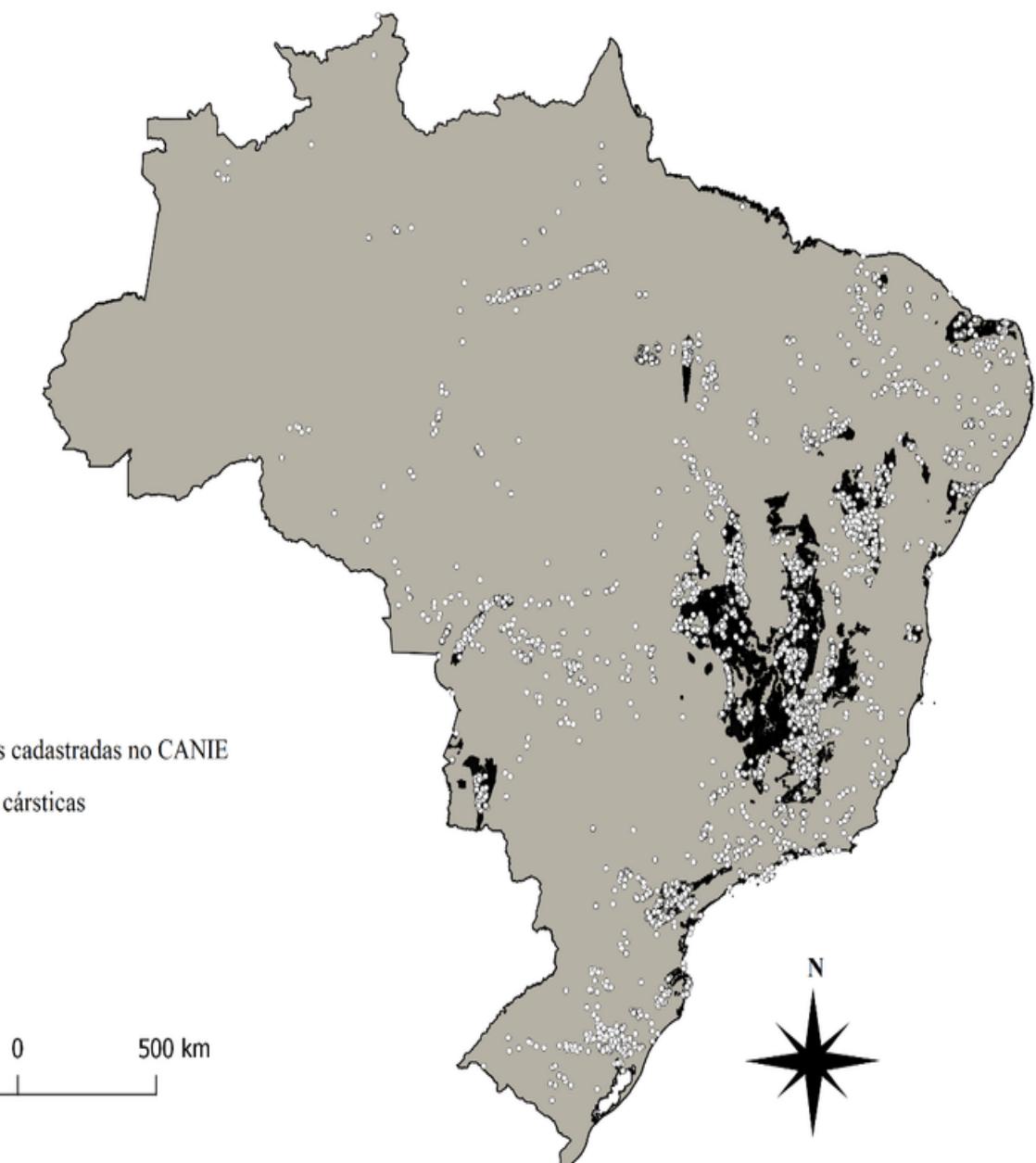


Figura 1: Mapa de símbolos pontuais proporcionais com a distribuição das cervejarias no Brasil por município.

Fonte: Crvejaria UAI, 2021.

**Figura 3.4-Áreas cársticas no Brasil**

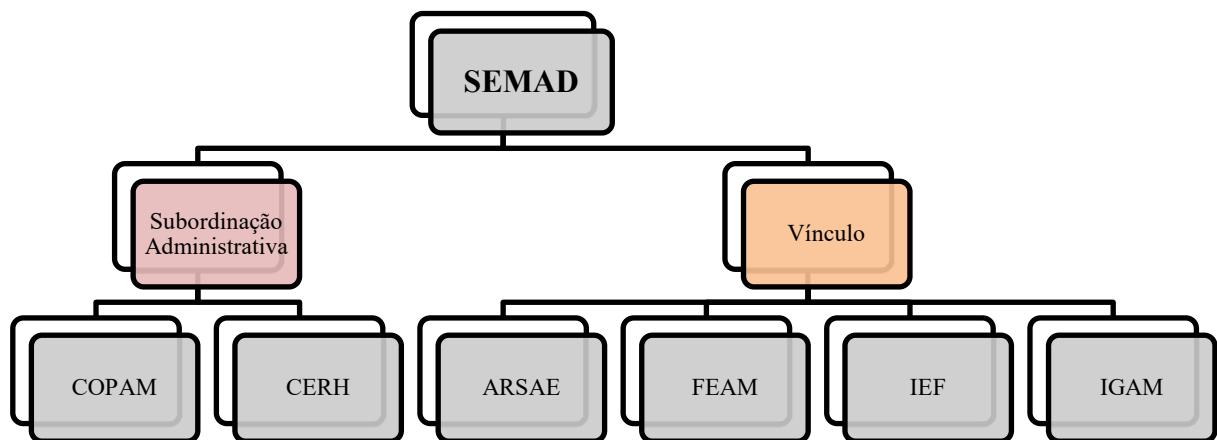


Fonte: Paula; Bichuette e Seleghim (2019)

### 3.3. Sistema de Licenciamento Ambiental em Minas Gerais: estrutura e organização

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2016), o processo de licenciamento ambiental no estado de Minas Gerais é gerenciado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) responsável, também, pelo controle do Sistema Estadual de Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais (SISEMA). Esse último é composto pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM), pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) e pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), associados à SEMAD. A Figura 3.5 estabelece a organização da SEMAD e, em seguida, suas respectivas atribuições de acordo com a SEMAD (2022).

**Figura 3.5- Sistematização do licenciamento em Minas Gerais.**



Fonte: A Autora (2022).

#### Integrantes por subordinação administrativa:

- COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental: órgão normativo, deliberativo e consultivo, responsável por determinar as diretrizes políticas e normativas a serem seguidas para a preservação do meio ambiente e desenvolvimento sustentável.
- CERH - Conselho Estadual de recursos Hídricos: órgão deliberativo e normativo, responsável por aperfeiçoar os mecanismos de gestão e planejamento dos recursos hídricos.

Integrantes por vinculação:

- ARSAE - Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário de Minas Gerais: responsável por fiscalizar os serviços de água e esgoto desenvolvidos pela COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais).
- FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente: responsável pelo desenvolvimento e implementação de políticas públicas voltadas às energias renováveis, mudanças climáticas, à qualidade do ar, do solo, gestão de efluentes líquidos e resíduos sólidos, visando a preservação da qualidade ambiental do estado.
- IEF – Instituto Estadual de Florestas: responsável pela supervisão de ações e pesquisas voltadas à biodiversidade; propor a criação, implantação e administração das Unidades de Conservação; incentivar o florestamento e reflorestamento; promover a educação ambiental e apoiar a SEMAD nos processos de regularização ambiental.
- IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das águas: responsável pelo planejamento e promoção de ações associadas à preservação da qualidade e quantidade dos recursos hídricos do estado.

Os critérios para a definição do tipo de licenciamento a seguir seguido são definidos de acordo com o enquadramento do empreendimento, determinação do porte e potencial poluidor, conforme as diretrizes estabelecidas pela Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017 (MINAS GERAIS, 2017). Assim, a partir dessas informações se define o processo de licenciamento, os estudos ambientais e autorizações a serem apresentadas e analisadas para o deferimento, ou não, da solicitação (MMA, 2016).

Uma importante etapa do processo de licenciamento ambiental é a realização da audiência, que objetiva o esclarecimento à população sobre os impactos característicos das atividades ou obras analisadas pelos órgãos ambientais locais e regionais. Assim, os moradores ficam cientes de todo o projeto, além de poderem participar ativamente na tomada de decisão e desenvolvimento de estratégias. As audiências são promovidas quando por decisão do COPAM, por solicitação de órgãos do Poder Público federal, estadual e municipal, ou solicitação de 50 ou mais cidadãos que podem ser afetados pela obra ou atividade (MMA, 2016).

O licenciamento ambiental é uma obrigação legal essencial para a manutenção das condições ecossistêmicas, à medida que busca o controle das atividades antrópicas para que essas não ocasionem o esgotamento dos recursos naturais, favorecendo um desenvolvimento econômico

baseado na sustentabilidade. Destaca-se ainda que a sustentabilidade também está associada à preservação dos aspectos socioculturais de uma região, estudos os quais são de responsabilidade do IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN, 2022).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 001/1986 (BRASIL, 1986), os Estudos de Impacto Ambiental (EIA) apresentados durante o licenciamento de empreendimentos com alto potencial poluidor, devem compor obrigatoriamente os impactos aos sítios e monumentos arqueológicos, aos aspectos históricos e culturais da comunidade e relações de dependência desses recursos entre os integrantes locais. Assim, nesses casos, torna-se essencial o envolvimento do IPHAN durante o licenciamento de empreendimentos nessas regiões, impedindo que haja danos e a destruição dos patrimônios culturais da região, conforme Anexo II da Instrução Normativa (IN) Nº 001, de 25 de março de 2015 (BRASIL, 2015). Nesses estudos, destaca-se a Avaliação de Impacto ao Patrimônio Cultural (AIP) que representa um importante instrumento de proteção do acervo que compõe a formação da sociedade brasileira e história do povoamento através dos sítios arqueológicos (IPHAN, 2022).

Mostra-se, portanto, a importância e necessidade do envolvimento dos integrantes da SEMAD, bem como de outros órgãos de âmbito paisagístico, arquitetônico, patrimonial, arqueológico, e da comunidade impactada durante o processo de licenciamento de atividades e empreendimentos, garantindo a avaliação e contemplação dos aspectos e impactos de maneira integral e condizente.

### **3.4. Implantação de uma cervejaria em Pedro Leopoldo: estudo de caso e análise do processo**

A localização da fábrica de cerveja foi projetada na Unidade de Conservação Federal de Uso Sustentável APA Carste de Lagoa Santa, na zona de amortecimento do Parque Estadual do Sumidouro. Destaca-se que o local faz parte da área especial para conservação da biodiversidade, estando inserido, também, em área de segurança aeroportuária. De acordo com Barbosa et al. (2021), a criação da APA Carste, em 1990, está associada aos inúmeros movimentos sociais em defesa das cavernas, sítios arqueológicos e paleontológicos que estavam sendo ameaçados pela atividade antrópica. A Lei nº 9985/2000, artigo 15, define a Área de Proteção Ambiental como:

(...) uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a

qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (BRASIL, 2000).

Dentre os interesses para a criação da APA Carste de Lagoa Santa está a conservação paisagística e histórico-cultural da região, bem como a importância internacional do local em função da descoberta arqueológica do crânio de Luzia – considerado o primeiro fóssil humano da América Latina - por Peter Wilhelm Lund no século XIX (BARBOSA; CARVALHO; RENA, 2020). Ressalta-se que parte dos artefatos históricos e fósseis encontrados na APA Carste foram localizados nas grutas e cavernas, definidas como cavidades naturais. Essa região abarca quase 10% do total de cavidades existentes em território brasileiro, demonstrando sua importância a nível nacional (BARBOSA, 2021).

**Figura 3.6- Cavidades APA Carste Lagoa Santa**

<b>Localidade</b>	<b>Número de cavidades</b>	<b>Percentual no Brasil</b>
Confins	14	0,18%
Lagoa Santa	73	0,95%
Funilândia	05	0,06%
Matozinhos	413	5,35%
Pedro Leopoldo	250	3,24%
<b>Total</b>	<b>755</b>	<b>9,78%</b>

Fonte: Barbosa (2021).

Vale destacar que além do patrimônio cultural material demarcado pelos sítios arqueológicos e paleontológicos da APA Carste de Lagoa Santa, se destaca também o acervo cultural dos povos que viveram e ainda vivem na região (BARBOSA, 2021). É importante mencionar também a importância do Parque Estadual do Sumidouro localizado na APA, que representa grande importância turística, sendo uma das Unidades de Conservação mais conhecidas e visitadas. Nela, são encontrados o Castelinho e a Gruta da Lapinha que fazem parte da história de muitas famílias e estudantes (BARBOSA *et al.*, 2021).

A APA Carste de Lagoa Santa é uma unidade de conservação com área de aproximadamente 35.000 hectares, que abrange os territórios de Confins, Funilândia, Lagoa Santa, Matozinhos e Pedro Leopoldo. Destaca-se que essa Unidade de Conservação (UC) apresenta alta representatividade, à medida que representa a maior área legalmente decretada para a proteção

do conjunto cárstico (BARBOSA, 2021). O mapa apresentado na Figura 3.7 indica as regiões que abrangem o conjunto da APA Carste Lagoa Santa.

**Figura 3.7- Localização APA Carste de Lagoa Santa.**



Fonte: ICMBIO (2020).

De acordo com a Lei Federal nº 9.985/2000 sobre o Sistema de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), a Área de Proteção Ambiental é classificada como uma Unidade de Conservação de uso direto, em que é admitida a exploração dos recursos naturais da região, conforme os princípios do direito de propriedade, desde que seja realizado de maneira sustentável. A administração dessas áreas é executada no âmbito do seu território, visando a proteção dos ecossistemas e do bem-estar da população local, limitando a presença de atividades incompatíveis com essa gestão (BARBOSA; CARVALHO; RENA, 2020).

### *3.4.1. Análise do Zoneamento Ambiental da APA Carste Lagoa Santa*

O zoneamento se apresenta como um instrumento voltado para a organização do uso e ocupação dos espaços geográficos, considerando diferentes aspectos. Esse é estabelecido, comumente, por meio dos órgãos municipais, de acordo com os interesses e restrições específicas de cada região (DE SOUZA, 2014). De acordo com a Lei nº 9985/2000 do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, o zoneamento é:

(...) definição de setores ou zonas em uma unidade de conservação com objetivos de manejo e normas específicos, com o propósito de proporcionar os meios e as condições para que todos os objetivos da unidade possam ser alcançados de forma harmônica e eficaz (BRASIL, 2000).

Nesse cenário, tem-se o zoneamento ambiental que se projeta para permitir o desenvolvimento econômico, levando-se em consideração as necessidades humanas, atrelada à sustentabilidade das atividades, mediante o uso consciente dos recursos naturais. Esse instrumento é baseado em estudos técnicos para identificação das vulnerabilidades e potencialidades das regiões para cada funcionalidade possível, colaborando, assim, para a tomada de decisão dos agentes governamentais para o planejamento da ocupação do município (DE SOUZA, 2014).

É importante ressaltar que o zoneamento ambiental é previsto pela Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), a partir da Lei 6.938/81, e são elaborados de acordo com as leis e regulamentos dispostos no Plano Diretor dos municípios. Assim, destaca-se que o zoneamento ambiental contribui para o aproveitamento da área territorial das cidades, diante das demandas de uso e bem-estar da população, bem como das necessidades de recuperação e preservação do meio ambiente (DE SOUZA, 2014).

Ainda, é importante mencionar que o zoneamento deve ser discutido através da participação dos cidadãos, uma vez que a organização da ocupação do espaço depende das pessoas que o habitam e suas respectivas demandas. Essa sentença também é determinada conforme o direito de propriedade e princípio da função social, que se estabelece a partir do interesse da coletividade (DORNELES, 2010).

A Área de Preservação Ambiental (APA), como Unidade de Conservação, desempenha a função de sistematização do uso do território ao limitar ou restringir determinadas atividades que podem vir a ocasionar um desequilíbrio socioambiental. Sendo assim, para fomentar tal ordenação, é prevista a elaboração do zoneamento ecológico-econômico para as APA's, bem

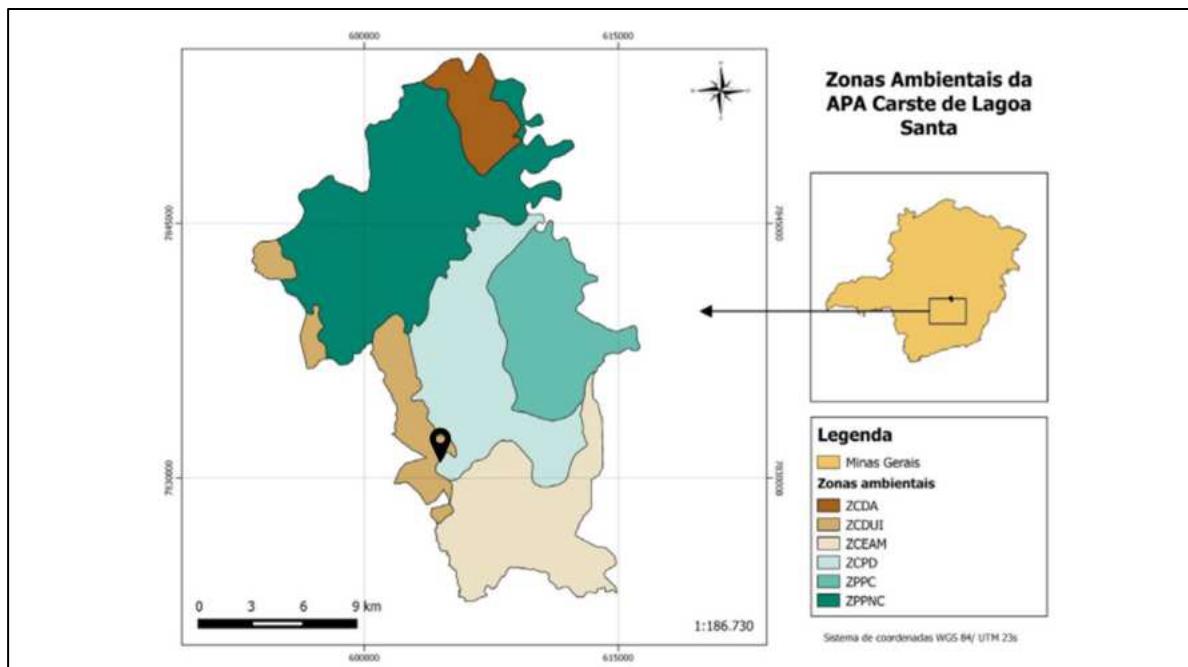
como um plano de manejo dessa área ((O)ECO, 2015). De acordo com a Lei nº 9985/2000, o plano de manejo se estabelece como:

(...) documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade (BRASIL, 2000).

Durante a criação do Plano de Manejo da APA Carste de Lagoa Santa pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM (1998), devido a inexistência de um zoneamento ecológico-econômico da área, foi proposto uma regionalização por meio de dados secundários, critérios legais e ambientais, e levantamentos de campo. O documento foi elaborado em 1998, período anterior à expansão do Votorante Norte em direção à Unidade de Conservação.

Assim, para essa proposta, foram consideradas 6 diferentes zonas na APA Carste de Lagoa Santa, as quais são indicadas na Figura 3.8 e descritas posteriormente, conforme Zoneamento Ambiental do CPRM (1998, p. 12).

**Figura 3.8- Zoneamento Ambiental - APA Carste Lagoa Santa**



Fonte: Adaptada - Barbosa; Carvalho e Rena (2020)

#### **3.4.1.1. Zona de Conservação do Equilíbrio Ambiental Metropolitano – ZCEAM**

A função dessa zona é manter o equilíbrio entre a geologia cárstica da região e o vetor norte de expansão da região metropolitana de Belo Horizonte, garantindo a integração entre o processo

de metropolização, o complexo aeroportuário e o desenvolvimento da APA, considerando seus aspectos socioambientais.

Usos proibidos da zona:

- Disposição de efluentes ou de resíduos industriais, resíduos de agrotóxicos ou de fertilizantes e outros resíduos perigosos;
- Expansão do perímetro urbano sobre áreas de alta vulnerabilidade geotécnica e de poluição dos aquíferos cársticos.

#### ***3.4.1.2. Zona de Conservação e Desenvolvimento Urbano e Industrial – ZCDUI***

A função dessa zona é controlar a urbanização e industrialização próximas à rodovia MG – 424, de modo a impedir a ocupação em áreas vulneráveis, como nas dolinas e matas deciduais presentes. Além disso, essa zona tem por objetivo minimizar a poluição atmosférica e hídrica ocasionada pelas mineradoras e cimenteiras existentes.

Usos proibidos da zona:

- Disposição de efluentes ou de resíduos urbanos ou industriais, resíduos de agrotóxicos ou de fertilizantes e outros resíduos perigosos;
- Expansão de loteamentos urbanos em áreas de alta vulnerabilidade geotécnica e de poluição dos aquíferos cársticos;
- Expansão do perímetro urbano sobre áreas de alta vulnerabilidade geotécnica ou de poluição dos aquíferos, e onde se observarem conjuntos de ocorrências ambientais.

#### ***3.4.1.3. Zona de Conservação e Desenvolvimento Agrícola – ZCDA***

A função dessa zona é a consolidação de novas metodologias de produção agropecuária intensiva, que racionalizem a utilização dos recursos ambientais da APA.

Usos proibidos da zona:

- Parcelamento do solo destinado a loteamentos com finalidades urbanas;
- Agricultura e pecuária, em áreas com declividades superiores a 45 % e/ou em condições de manejo que demandem alto consumo de recursos naturais;

- Utilização de áreas para disposição e tratamento de efluentes sanitários, resíduos sólidos domésticos ou industriais, sob condições que impliquem risco de poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas;
- Disposição de efluentes ou de resíduos orgânicos, de agrotóxicos ou de fertilizantes, provenientes da atividade agropecuária, especialmente em dolinas, uvalas e planícies;
- Implantação e operação de indústrias de alto potencial poluidor.

#### ***3.4.1.4. Zona de Conservação do Planalto das Dolinas – ZCPD***

A função dessa zona é sistematizar as atividades agropecuárias e de extração mineral nas áreas de dolinas, além de proteger áreas de ocorrência de feições cársticas, sítios arqueológicos, grutas e a flora remanescente.

Usos proibidos da zona:

- Agropecuária intensiva com alto impacto ambiental;
- Parcelamento do solo destinado a loteamentos urbanos;
- Utilização de áreas para disposição e tratamento de efluentes sanitários, resíduos sólidos domésticos ou industriais;
- Disposição de efluentes ou resíduos químicos, de agrotóxicos ou de fertilizantes;
- Implantação e operação de indústrias com potencial poluidor.

#### ***3.4.1.5. Zona de Proteção do Patrimônio Cultural – ZPPC***

A função dessa zona é proteger o conjunto paisagístico e cultural da região, através da conservação dos sítios arqueológicos da APA. Além disso, essa zona possui interesse na proteção do ecossistema úmido e da biota remanescente em ambiente lacustre.

Usos proibidos da zona:

- Atividades de extração mineral que causem quaisquer riscos ao patrimônio ambiental e aos sítios espeleológicos, arqueológicos e paleontológicos;
- Criação intensiva de animais;
- Agricultura com manejo intensivo e com uso de defensivos e fertilizantes;

- Parcelamento do solo destinado a loteamentos, com finalidades urbanas e chácaras de recreio;
- Implantação e operação de indústrias;
- Utilização de áreas para disposição e tratamento de efluentes sanitários, resíduos sólidos domésticos ou industriais, sob quaisquer condições;
- Disposição de efluentes ou resíduos de substâncias químicas, de agrotóxicos ou de fertilizantes.

#### ***3.4.1.6. Zona de Proteção das Paisagens Naturais do Carste- ZPPNC***

A função dessa zona é a proteção dos recursos ambientais e a sua biodiversidade para a integridade dos ecossistemas presentes na APA.

Usos proibidos da zona:

- Novas atividades de extração mineral em maciços que contenham feições cársticas expressivas, sítios espeleológicos importantes, sítios arqueológicos e paleontológicos, reconhecidos como patrimônio cultural.
- Criação intensiva de animais;
- Agricultura intensiva ou com uso de defensivos e fertilizantes tóxicos, potencialmente poluentes;
- Parcelamento do solo destinado a loteamentos, com finalidades urbanas ou chácaras de recreio;
- Implantação e operação de indústrias;
- Utilização de áreas para disposição e tratamento de efluentes sanitários, resíduos sólidos domésticos ou industriais, sob quaisquer condições;
- Disposição de efluentes ou resíduos de substâncias químicas, de agrotóxicos ou de fertilizantes tóxicos;
- Ocupação de faixas nos limites dos mananciais.

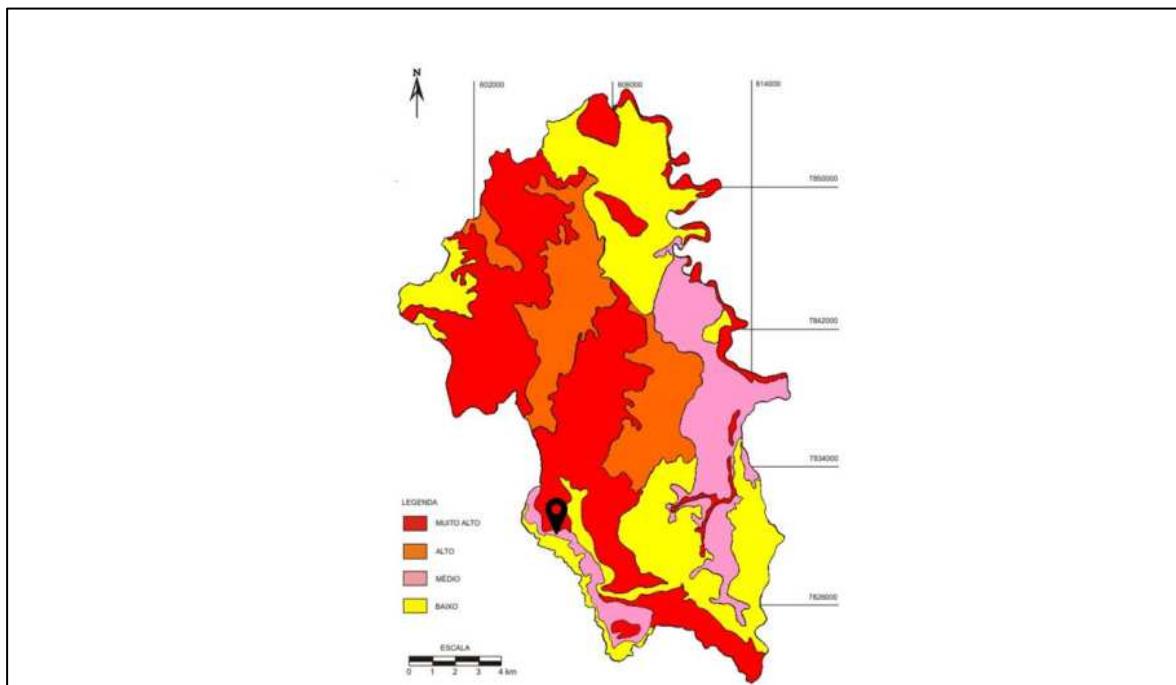
Ainda, os estudos realizados pela CPRM para levantamento do meio físico (1998) consideram um zoneamento para delimitar os domínios potencialmente favoráveis para exploração do aquífero da APA Carste de Lagoa Santa, considerando o critério de fraturamento das rochas como um indicador da condição do fluxo hidrogeológico. É importante destacar que o zoneamento realizado indica apenas uma tendência geral dos fatores físicos analisados, não

impedindo que haja condições diferenciadas para a região em decorrência de outros aspectos não considerados. Assim, para definição dessas áreas, foram considerados:

- Estruturas de drenagem, atreladas aos níveis de permeabilidade dos terrenos, que culminam em diferentes taxas de infiltração;
- Interpolação dos resultados de vazão específica;
- Concentrações de elementos químicos que podem influenciar a qualidade das águas subterrâneas;

Assim, diante dos resultados adquiridos frente aos aspectos citados anteriormente, foram realizadas sobreposições para elaboração do mapa de potencialidade de exploração dos aquíferos (Figura 3.9), classificando-se as áreas em graus de potencialidade, sendo: muito alta, alta, médio e baixo. Através desse mapeamento, é possível entender o modo com que se dá o processo de ocupação da região.

**Figura 3.9-** Mapa de potencialidade do aquífero cárstico – APA Lagoa Santa



Fonte: Adaptada - CPRM Meio Físico (1998).

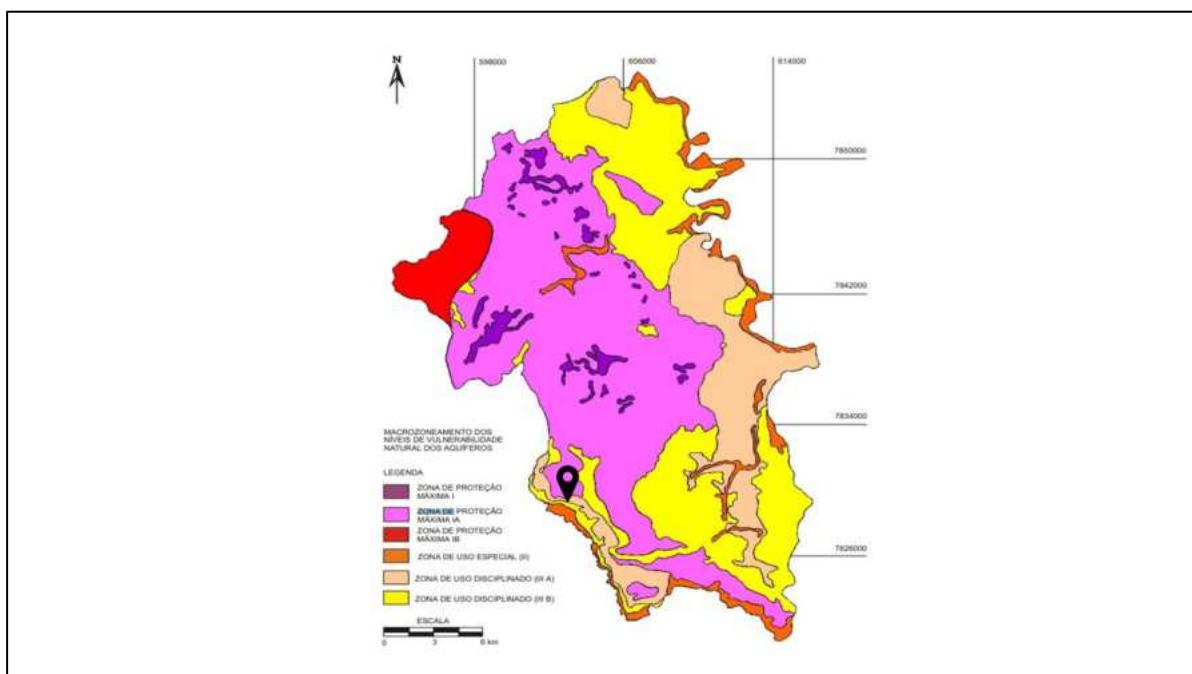
Entretanto, para definição das áreas a serem utilizadas para captação de água subterrânea é importante considerar as vulnerabilidades naturais existentes. Assim, CPRM – Meio Físico (1998) também elaborou um zoneamento de vulnerabilidades da APA Carste de Lagoa Santa,

a partir da caracterização hidrogeológica, hidroquímica e da hidráulica subterrânea, buscando-se delimitar as áreas de maior probabilidade de ocorrência de contaminação do aquífero.

Nesse estudo, considerou-se que as áreas em que o processo de infiltração ocorria de maneira mais veloz detinham maior vulnerabilidade frente às regiões de menor permeabilidade. Ainda, foram analisadas as condições de fraturamento das rochas para verificação da tendência à dispersão de contaminantes em profundidade. Assim, associados à determinadas formas de uso e ocupação da área, considerando a potencialidade poluidora de dadas atividades e suas fontes de poluição, tem-se o nível de persistência e mobilidade das substâncias a depender das características do contaminante.

Desse modo, para elaboração do zoneamento de vulnerabilidade proposto, foram considerados dois fatores: (1) volume de água extraído, tendo em conta a problemática da superexploração acima do limite suportado pelo aquífero; (2) susceptibilidade para contaminação causada por atividades antrópicas. A Figura 3.10, indica as zonas idealizadas para esse estudo, seguido das suas respectivas características. Destaca-se que esse zoneamento é de grande importância para garantir que o desenvolvimento econômico dos vetores de expansão se faça atrelado à sustentabilidade dos aquíferos e da área de maneira geral.

**Figura 3.10-** Mapa de vulnerabilidade natural do aquífero – APA Lagoa Santa



Fonte: Adaptada - CPRM Meio Físico (1998).

### **Zona de Proteção Máxima (I)**

Possui extrema vulnerabilidade para contaminação e explorabilidade média, em decorrência dos altos índices de fraturamento e relevo íngreme. A área detém compatibilidade apenas para a realização de pesquisas e ecoturismo.

### **Zona de Proteção Máxima (IA)**

Possui vulnerabilidade alta e muito alta e explorabilidade elevada, considerando a presença de dolinas, sumidouros, surgências e ressurgências. A área detém compatibilidade para atividades de agropecuária e, para indústrias e pesquisa, a área é compatível com algumas restrições.

### **Zona de Proteção Máxima (IB)**

Possui vulnerabilidade muito alta e explorabilidade baixa, sendo composta por zonas de recarga regional, localizando-se em locais de maior carga hidráulica dos aquíferos. A área é incompatível com mineradoras, e compatível com atividades industriais, agropecuárias e pesquisas, possuindo algumas restrições para tais.

### **Zona de Uso Especial (II)**

Possui vulnerabilidade muito alta e explorabilidade elevada, caracterizada por zonas de recarga local onde se tem uma infiltração de água rápida. Essa área possui compatibilidade total apenas para as atividades agropecuárias, sendo compatível com restrições para atividades industriais.

### **Zona de Uso Disciplinado (IIIA)**

Possui vulnerabilidade baixa e explorabilidade média, caracterizado pela baixa permeabilidade e pouca presença de dolinas. Para essa zona, tem-se compatibilidade total para as atividades de agropecuária e pesquisa; considerando-se a compatibilidade com restrições é permitido as atividades de mineração e expansão urbana.

### **Zona de Uso Disciplinado (IIIB)**

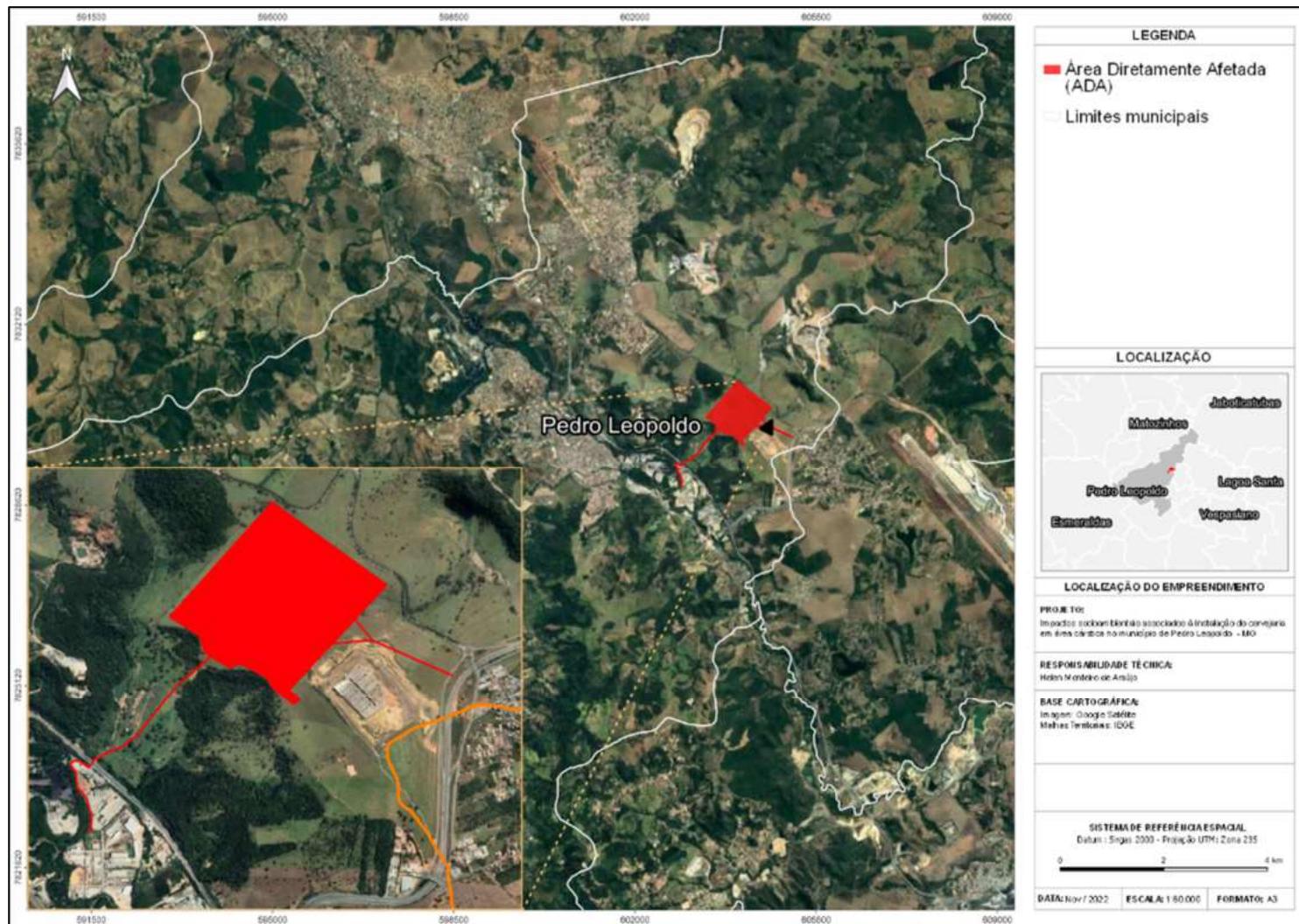
Possui vulnerabilidade baixa e desprezível e explorabilidade média a baixa, caracterizado por grau de fraturamento médio a baixo. Essa zona é compatível para todas as atividades.

### *3.4.2. Caracterização da área de estudo*

A área definida para a instalação do empreendimento em estudo se localiza no município de Pedro Leopoldo (Minas Gerais), próximo à Rodovia MG-800 e MG-424, em uma distância de 5 km do centro urbano e 25 km da capital Belo Horizonte. O local está inserido na Unidade de Conservação Federal de Uso Sustentável APA Carste, na zona de amortecimento do Parque Estadual do Sumidouro.

A localização prevista para o empreendimento é próxima às coordenadas UTM longitude 603946.00 m E e latitude 7830303.00 m S, conforme mapa apresentado na Figura 3.11.

Figura 3.11- Mapa de localização do empreendimento

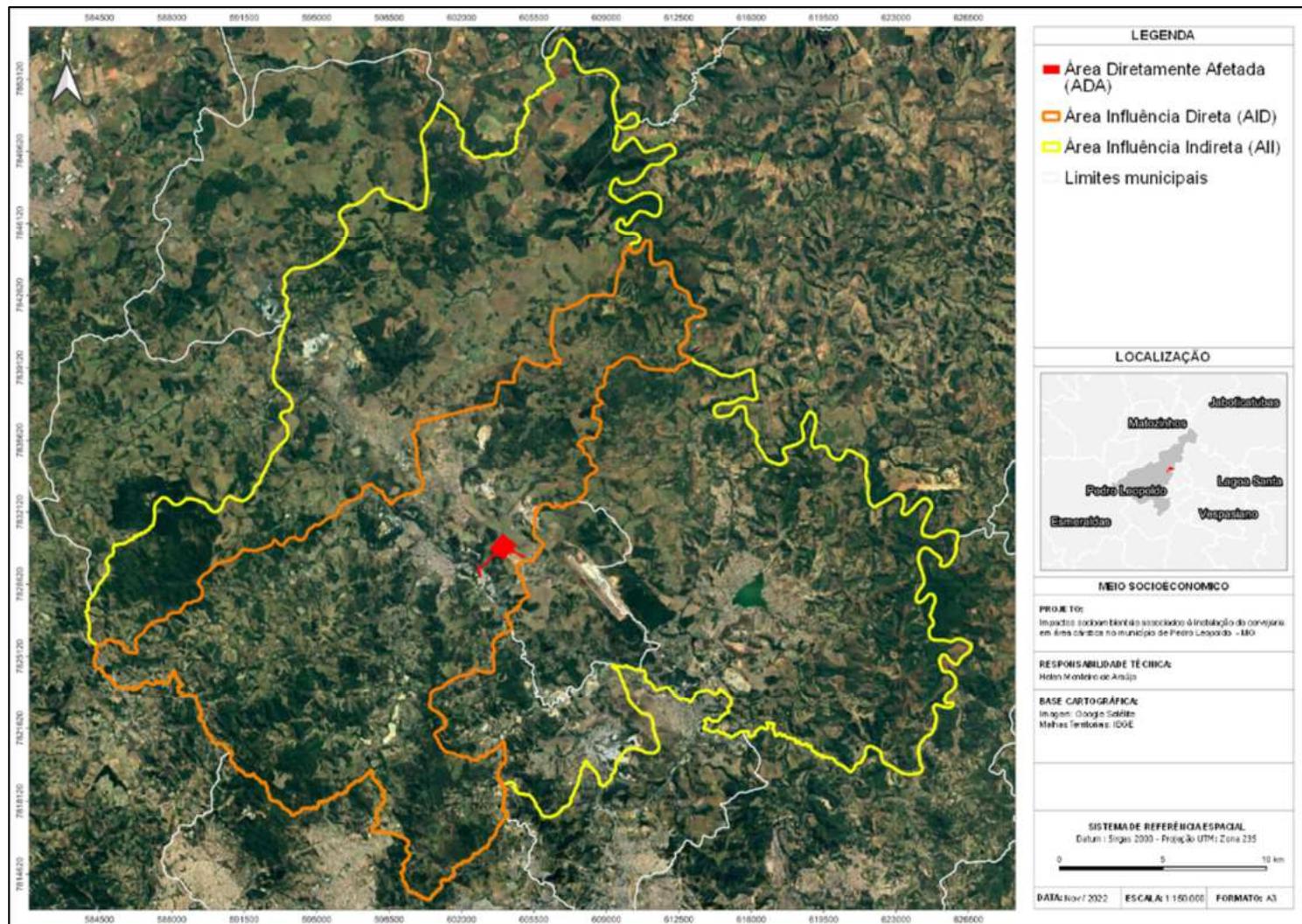


Fonte: A Autora (2022).

Para os estudos ambientais apresentados pelo empreendedor no Parecer Único nº 3328/2021 (SEMAD, 2021) junto a outros levantamentos secundários levantados, foi delimitada a Área Diretamente Afetada (ADA), a Área de Influência Direta (AID) e a Área de Influência Indireta (AII), conforme descrição a seguir e representado na Figura 3.12 e na Figura 3.13.

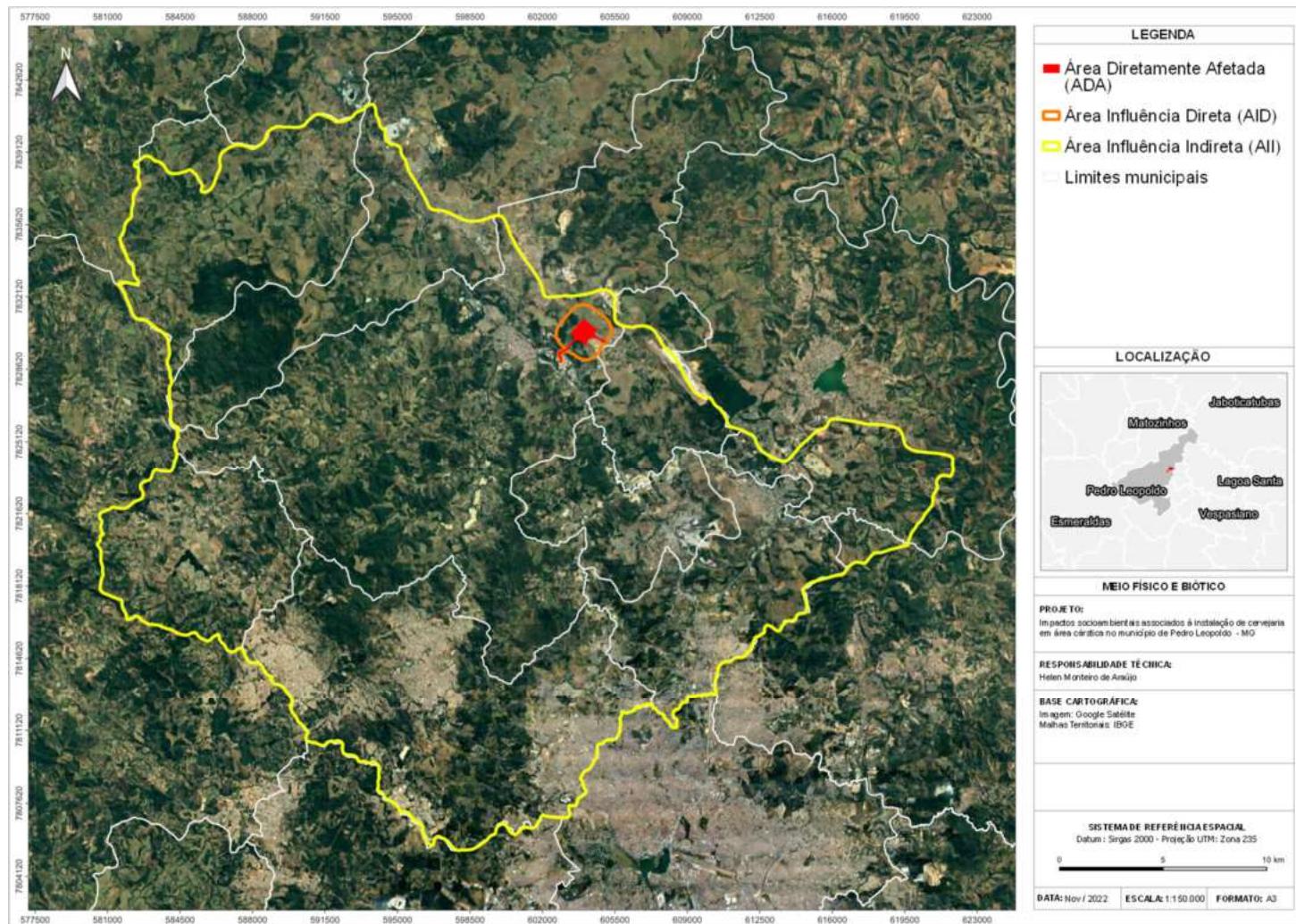
- ADA: estabelecida pela área de implantação e área construída do empreendimento.
- AID: considerando-se os aspectos físicos e bióticos, a AID foi delimitada através de um raio de 700 metros no entorno da fábrica e raio de 20 metros ao entorno de cada um dos acessos. Para o meio socioeconômico a AID foi definida como o município de Pedro Leopoldo.
- AII: considerando-se os aspectos físicos e bióticos, a AII foi delimitada pela sub-bacia da região e para o meio socioeconômico os municípios de Confins, Matozinhos, Lagoa Santa e Vespasiano.

**Figura 3.12-** Mapa de localização das Áreas de Influência do empreendimento para o meio socioeconômico.



Fonte: A Autora (2022).

**Figura 3.13- Mapa de localização das Áreas de Influência do empreendimento para o meio físico e biótico.**



Fonte: A Autora (2022).

#### ***3.4.2.1. Clima e condições meteorológicas***

A região de localização do empreendimento apresenta como clima predominante o tropical de altitude, com duas estações bem definidas, sendo o outono e inverno secos e a primavera e verão úmidos. O município de Pedro Leopoldo possui uma temperatura média anual de 22°C e uma precipitação de 1328 mm/ano (PEDRO LEOPOLDO, 2015).

#### ***3.4.2.2. Geologia e geomorfologia***

De acordo com o Plano Diretor Municipal de Pedro Leopoldo (2014), a região é caracterizada por dois domínios geológicos: o complexo gnáissico do embasamento cristalino e o domínio da Área Cártica de Lagoa Santa. Esse último é caracterizado por se constituir de rochas calcárias, que são elementos da Formação Sete Lagoas, e se destacam por formarem um sistema de circulação de águas subterrâneas que apresentam alta vulnerabilidade, em vista da interface entre os aquíferos e a superfície que sucede em uma maior fragilidade quanto à poluição desse sistema (PEDRO LEOPOLDO, 2014).

Com relação a geomorfologia, a região de implantação e influência do empreendimento foram caracterizadas pela predominância dos relevos de Colinas Amplas e Suaves e Colinas Dissecadas e Morros Baixos. Já a pedologia, é marcada pela presença de Latossolos Vermelhos e Argissolos Vermelho Amarelos (SEMAD, 2021).

#### ***3.4.2.3. Espeleologia***

Os estudos ambientais apresentados durante o processo de licenciamento indicam que a área prevista para a implantação da cervejaria está localizada em região de muito alto potencial de cavidades. Inicialmente, dentre as cavidades mais próximas encontradas estão o Abrigo do Fedo e a Gruta do Fedo, com cerca de 400 metros de distância do empreendimento, e a Gruta dos Cipós com distância de 550 metros (SEMAD, 2021).

#### ***3.4.2.4. Fauna e Flora***

O local previsto para instalação da fábrica é o Bioma Cerrado, sendo que as áreas de influência AID e ADA se caracterizam por serem antropizadas devido a atividade pecuária, principalmente, e possuem pequenas parcelas de vegetação remanescente (SEMAD, 2021).

Com base em dados secundários obtidos do Plano de Gestão da APA Carste de Lagoa Santa, bem como nos Planos de Manejo do Parque Estadual Serra Verde e APA Estadual Vargem das Flores, foram identificadas as seguintes quantidades de grupos faunísticos na região\* (SEMAD, 2021):

- Avifauna: 266 espécies
- Mastofauna: 51 espécies
- Herpetofauna: 73 espécies

\*Destaca-se que há maior predomínio de espécies insetívoras.

#### ***3.4.2.5. Socioeconomia***

Com relação ao perfil socioeconômico do município de Pedro Leopoldo, o Censo Demográfico de 2010 do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) demonstrou uma ocupação populacional de 44,7% no setor de serviços, 18% em indústrias, 11,9% em comércios e 11,3% em construção civil. Os municípios que compreendem a AID e a AII - Pedro Leopoldo, Matozinhos e Confins - apresentam um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,75, 0,73 e 0,74 respectivamente (SEMAD, 2021).

O abastecimento de água da população da região é realizado pela COPASA, por meio do Sistema Integrado da Bacia do Paraopeba que é composto pelos sistemas de captação superficial: Rio Manso, Serra Azul e Vargem das Flores (PEDRO LEOPOLDO, 2016). Além disso, o abastecimento humano pode ser realizado através da captação subterrânea de aquíferos, por meio do poço tubular ou cacimba (INFOSANBAS, 2022).

#### ***3.4.2.6. Recursos Hídricos***

A cidade de Pedro Leopoldo está inserida na bacia hidrográfica do Rio das Velhas, que pertence à bacia do Rio São Francisco, por meio do afluente da região - o Ribeirão da Mata. Este último é classificado como Classe 2. Destaca-se que o Rio das Velhas abrange cerca de 10 municípios, sendo que 28% da bacia pertence à Pedro Leopoldo (PEDRO LEOPOLDO, 2014).

Com relação à água subterrânea, Pedro Leopoldo possui comportamento hidrogeológico associado aos calcários que compõem as unidades hidroestratigráficas da Formação Sete

Lagoas. Tais unidades são formadas por fraturas verticais onde se permite a circulação de água subterrânea (SEMAD, 2021).

A operação do sistema de abastecimento de água em Pedro Leopoldo é realizada pela COPASA, sendo um serviço que abrange também os distritos de Doutor Lund, Fidalgo, Lagoa de Santo Antônio e Vera Cruz de Minas. Esses locais são abastecidos pela Bacia do Paraopeba, Sistema Rio Manso e Sistema Serra Azul. Por outro lado, o distrito de Fidalgo é abastecido por dois poços profundos, com capacidades de produção de 15,5 l/s e 4,0 l/s (PEDRO LEOPOLDO, 2015).

Além disso, parte da captação de água subterrânea na região de Pedro Leopoldo é proveniente das atividades industriais da região. Na Figura 3.14 são apresentadas as principais indústrias do município, tipos de captação e respectivas outorgas concedidas, conforme o Plano Municipal de Saneamento Básico de Pedro Leopoldo (2015).

**Figura 3.14-** Outorgas de captação por empreendimentos presentes em Pedro Leopoldo.

INDÚSTRIAS		PRECON	RECITEC	UNISTEIN	HOLCIM					
<b>Descrição Geral do Sistema</b>										
Captação	Tipo	Captação de água subterrânea.	COPASA	Bomba instalada em poço tubular.	Captação de água subterrânea.					
	Vazão	8 L/s		6,65 m <sup>3</sup> /s	8m <sup>3</sup> /h					
Outorga	Número	02729/2010		01934/2010	02228/2008					
	Validade	27/10/2015		23/07/2015	06/12/2013					
	Vazão	40,0 m <sup>3</sup> /h		6,65 m <sup>3</sup> /s	7,8m <sup>3</sup> /h					
Superficial: Ribeirão da Mata										
90L/s										

Fonte: Pedro Leopoldo, 2015.

#### **3.4.2.6.1. Caracterização hidrogeológica local**

A região da APA Carste de Lagoa Santa abrange uma área inserida no domínio das rochas pelítico-carbonáticas do Grupo Bambuí. Nesse ambiente geológico, predominam os aquíferos cársticos semi-confinados a livres, compostos principalmente por calcários, além de ocorrerem de forma menos expressiva as rochas de ardósias e siltitos intercalados (RIBEIRO, 2020). Esses aquíferos desempenham um papel fundamental no abastecimento de água subterrânea para a região, fornecendo recursos hídricos essenciais para diversas atividades humanas e sustentando a biodiversidade característica desse ecossistema.

Entre os diferentes tipos de aquíferos, os aquíferos cársticos são reconhecidos como os sistemas mais complexos e de difícil compreensão, à medida que apresentam características peculiares, como a velocidade de fluxo alta, a anisotropia e a heterogeneidade. A resposta das águas das nascentes cársticas a eventos superficiais pode variar rapidamente, o que induz a essa geologia a condição de vulnerabilidade. Além disso, os aquíferos cársticos, por apresentarem a natureza altamente heterogênea, se mostram difíceis de serem reconhecidos quanto à direção preferencial do fluxo das águas subterrâneas e dos tempos de viagem (TAYER, 2016).

Conforme mencionado por Ribeiro (2020), a unidade aquífera carbonática na região é marcada pela alta produtividade de poços e nascentes com grande vazão, além de exibir feições geomorfológicas típicas de um carste bem desenvolvido, com valores elevados de condutividade hidráulica e coeficiente de armazenamento. Nos estudos desenvolvidos por Pessoa e Mourão (1998), o Aquífero Sete Lagoas apresentou uma vazão específica média de 14,42 m<sup>3</sup>/h/m para o Membro Lagoa Santa e 2,78 m<sup>3</sup>/h/m para o Membro Pedro Leopoldo. O resultado apresentado pelo Membro Pedro Leopoldo se explica pela carstificação menos desenvolvida em comparação ao Membro Lagoa Santa, devido à menor presença de minerais carbonáticos e a uma porcentagem expressiva de minerais siliciclásticos. Devido a essa composição, o Membro Pedro Leopoldo possui um maior potencial hídrico ao longo de seus planos de fraturas, contribuindo para o fluxo e armazenamento de água nessa porção do aquífero.

Nesse contexto, Ribeiro (2020) destaca que a análise da distribuição espacial das concentrações de tritio dos poços e a regionalização dos tipos de áreas de recarga indica que a recarga de águas subterrâneas abaixo das unidades hidrogeológicas Pedro Leopoldo e Serra de Santa Helena ocorre em um tempo mais prolongado. Isso se deve ao fato de que essas unidades possuem uma composição mineralógica mais rica em minerais silicáticos, o que resulta em uma menor suscetibilidade à carstificação, menor permeabilidade e, consequentemente, retardam a infiltração da água e aumentam o tempo de residência.

Na região da APA Carste de Lagoa Santa, onde os aquíferos cársticos superiores são conhecidos por sua alta vulnerabilidade qualitativa, também é importante considerar a vulnerabilidade quantitativa dos aquíferos cárstico-fissurais inferiores, localizados abaixo da Formação Serra de Santa Helena (FmSSH) e do Membro Lagoa Santa (MbLS). Em um cenário de

superexploração desses aquíferos, por exemplo, a sua recuperação seria mais demorada, uma vez que eles necessitam de um tempo maior para a renovação das suas águas (RIBEIRO, 2020).

De acordo com Tayer (2016), a potencialidade de um aquífero está relacionada ao contexto morfológico e estrutural no qual está inserido, que é responsável pela quantidade de água explotada através de poços tubulares. Através desse reconhecimento, pode-se compreender melhor as relações entre a circulação e o armazenamento das águas subterrâneas, bem como a quantidade de água disponível para exploração por meio de poços tubulares.

As atividades antrópicas podem acarretar impactos significativos nas zonas aquíferas devido à interação entre o meio aquífero e o ambiente modificado pelo homem, gerando potenciais alterações na qualidade natural da água. A ausência de estudos adequados para avaliar os efeitos dessas atividades pode resultar em poluição e contaminação dos aquíferos, comprometendo sua capacidade de fornecer água de qualidade. Além disso, o bombeamento excessivo de água subterrânea pode levar ao rebaixamento do nível estático do aquífero, fenômeno conhecido como subsidência, podendo também induzir pequenos abalos sísmicos (TAYER, 2016).

Conforme Oliveira (2023), a superexploração é caracterizada pela extração excessiva de água de um aquífero, sendo considerado um processo não sustentável devido aos impactos prejudiciais associados. Entre as consequências da superexploração, destacam-se a formação de grandes cones de rebaixamento, que representam uma diminuição significativa do nível piezométrico do aquífero. Essa redução pode levar à subsidência e ao colapso do solo, resultando em problemas como afundamento de terrenos e danos em infraestruturas. Além disso podem ocorrer problemas no abastecimento de água, diminuição dos fluxos superficiais, contaminação do aquífero por agentes poluentes e até mesmo conflitos relacionados ao acesso e uso dos recursos hídricos subterrâneos. Segundo o PE Intervales (2012), “(...) mudanças no fluxo da água subterrânea, como o bombeamento em poços tubulares, ou nos padrões de drenagem natural podem acelerar processos de subsidência de dolinas e aumentar as inundações em dolinas”.

Essas ocorrências demonstram o potencial de risco associado aos aquíferos cársticos. A dissolução dessas rochas pelo fluxo de água subterrânea pode levar à formação de cavidades subterrâneas que, quando colapsam, podem causar catástrofes e danos significativos à infraestrutura e às comunidades locais. Os casos de Sete Lagoas em Minas Gerais (1988) e Cajamar em São Paulo (1986) exemplificam os impactos visíveis desses processos na

superfície, uma vez que esses eventos foram caracterizados por crateras de dimensões expressivas, em decorrência dos processos de dissolução das rochas calcárias (CABRAL; SANTOS; PONTES FILHO, 2006).

A subsidência causada pela extração de água subterrânea em aquíferos sedimentares porosos é um fenômeno resultante do bombeamento do fluido, o qual provoca a redução da pressão nos poros que contribuem para sustentar as camadas de solo acima. Esse processo está diretamente relacionado ao rebaixamento do nível da água no aquífero. À medida que a água é retirada, a pressão nos poros diminui, levando à compactação das partículas sólidas e, consequentemente, à subsidência do solo (CABRAL; SANTOS; PONTES FILHO, 2006).

Simões (2018) afirma que o Sítio Ramsar<sup>1</sup> Lund Warming, parte integrante da APA Carste Lagoa Santa, está localizado inteiramente na Bacia do Rio das Velhas, que abriga aproximadamente 4,4 milhões de habitantes. O Sítio Ramsar Warming está localizado na Unidade Territorial Estratégica (UTE) Carste, e apresenta uma baixa disponibilidade hídrica, com uma vazão média específica que varia entre 12 e 13 L/s.km<sup>2</sup>. O uso da água na região é destinado principalmente à irrigação, consumo industrial, mineração e, principalmente, abastecimento público, sendo esse último responsável por cerca de 90% das retiradas de água, conforme o Plano Diretor do Rio das Velhas.

É importante destacar que o uso dos recursos hídricos na APA Carste Lagoa Santa é predominantemente baseado na utilização de águas subterrâneas, sendo adotado por 47% dos municípios abrangidos exclusivamente por esse uso. Além disso, 19% dos municípios fazem uso de um manancial misto, que compreende tanto águas subterrâneas quanto superficiais. No entanto, apesar disso, cerca de 17% do total de água extraída do carste é utilizada para suprir as demandas hídricas da região (SIMÕES, 2018).

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (2023), o Aquífero Bambuí apresenta uma Recarga Potencial Direta (RPD) de 315,84 m<sup>3</sup>/s, que representa a fração da precipitação média anual que se infiltra e atinge os aquíferos livres de forma efetiva. Com relação à Reserva Potencial Explotável (RPE), a região possui uma vazão de 42 m<sup>3</sup>/s, que

---

<sup>1</sup> Os Sítios Ramsar são áreas úmidas que abrangem ecossistemas na interface entre ambientes terrestres e aquáticos, continentais ou costeiros, naturais ou artificiais, permanente ou periodicamente inundados ou com solos encharcados (ICMBio, 2021). Eles fornecem serviços ecológicos fundamentais para as espécies de fauna e flora e para o bem-estar de populações humanas, além de regular o regime hídrico de vastas regiões (O ECO, 2014).

corresponde à fração que pode ser aproveitada de forma sustentável, sem impactar as vazões superficiais mínimas.

### *3.4.3. Contextualização do licenciamento do empreendimento em estudo*

Conforme divulgado pelos estudos ambientais apresentados durante o processo de licenciamento para a SEMAD e IGAM (2021), o empreendimento foi projetado para operar 24 horas por dia, durante todo o ano, em uma fabricação efetiva com duração de 325 dias, considerando as paradas periódicas para a manutenção dos equipamentos. Para a operação da fábrica, foram considerados cerca de 350 funcionários necessários e uma produção prevista de 7,6 milhões de hectolitros de cerveja por ano.

O estudo apresentado para solicitação da licença admitiu que a atividade do empreendimento é enquadrada no tipo D-02-04-6 – Fabricação de cervejas, chopes e maltes, conforme Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017 (MINAS GERAIS, 2017). Considerou-se uma capacidade instalada de 2.338.462 L/dia, de enquadramento classe 4 e grande porte para a atividade principal de produção de cerveja. O fornecimento das informações para o órgão ambiental se deu através do Relatório de Controle Ambiental e Plano de Controle Ambiental (PCA/RCA), admitindo a não necessidade de apresentação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), já que a atividade foi considerada pouco significativa em termos de impacto ao meio ambiente (SEMAD, 2021).

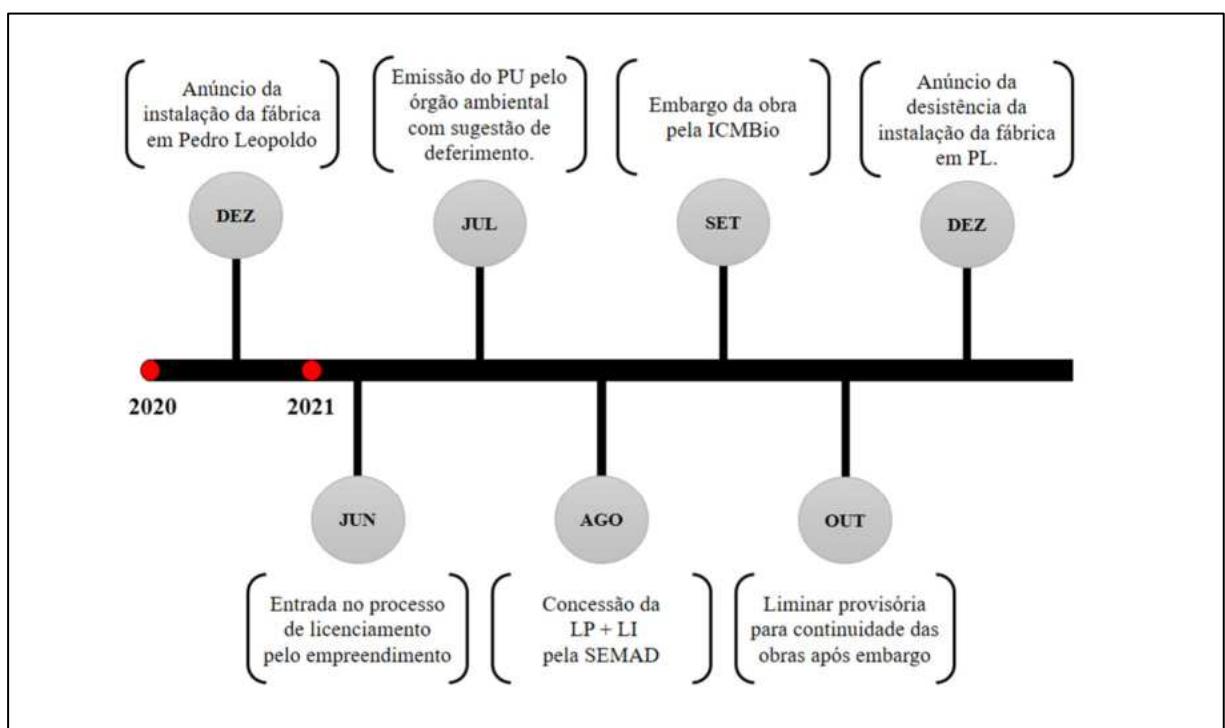
Para a solicitação de outorga, o empreendedor considerou uma vazão requerida de 360 m<sup>3</sup>/ hora, sendo 50 m<sup>3</sup>/hora para captação de água superficial e 310 m<sup>3</sup>/hora para captação de água subterrânea, por meio de dois poços tubulares (P1P e P2P), localizados nas coordenadas 7829564.00 m S e 603003.13 m E e 7829537.07 m S e 603396.42 m E, respectivamente. De acordo com os estudos apresentados pelo empreendedor ao IGAM, a captação de água seria por meio de um poço tubular profundo e método de perfuração roto-pneumático (SEMAD/IGAM, 2021).

As águas seriam enviadas para uma estação de tratamento de água, através de um sistema de bombeamento. A captação de água será destinada para a produção de bebidas (água subterrânea, considerando seus graus de potabilidade), para o funcionamento dos equipamentos e para uso gerais sanitários - banheiros, refeitórios, escritórios (SEMAD/IGAM, 2021).

### 3.4.4. Da concepção à autorização: linha do tempo do processo de licenciamento do empreendimento

O empreendimento em estudo deu entrada à solicitação de licença para instalação e início das obras junto à SEMAD no início de 2021. Todo o processo foi caracterizado por inúmeras indagações e ocorrências que sucederam na desistência do empreendedor quanto a instalação da fábrica na área em questão. A Figura 3.15 retrata uma linha do tempo com os principais acontecimentos que nortearam esse estudo de caso.

**Figura 3.15- Linha do tempo – processo de licenciamento do empreendimento em estudo.**



Fonte: A Autora (2022).

Em dezembro de 2020, o governo de Minas Gerais anunciou a parceria junto ao empreendedor para a instalação da fábrica na região de Pedro Leopoldo. O novo negócio prometia um investimento de quase 2 bilhões de reais no município e uma geração de cerca de 350 empregos (NEGRISOLI, 2020).

De acordo com Cardoso e Camargos (2021), o parecer técnico emitido pela ICMBio destaca a problemática associada à captação de água subterrânea na região, mediante a concessão de outorga de 310 m<sup>3</sup>/hora, volume esse equivalente ao abastecimento de um município de aproximadamente 37 mil pessoas. Nesse cenário, destacou-se as vulnerabilidades existentes

frente ao abastecimento de água de Pedro Leopoldo e região realizado, em grande parte, pela captação de água subterrânea e superficial das mesmas fontes solicitadas pelo empreendimento. Ainda, o órgão destaca o possível comprometimento do córrego Samambaia e da Lagoa do Sumidouro pertencente ao Parque Estadual do Sumidouro – PESu (LAGE, 2021).

Considerando-se as obras e as captações de água para produção da fábrica a longo prazo, o cenário possui potencial para o rebaixamento dos lençóis freáticos, a escassez hídrica futura e o desaparecimento de lagoas da região, afetando o sistema de drenagem de Pedro Leopoldo, Confins, Lagoa Santa e Matozinhos. Além das adversidades relacionadas a água, tem-se a possibilidade de impactos irreversíveis nos patrimônios culturais, tais como as cavernas do Fedo, Cipó e Nei (MANUELZÃO, 2021).

Após o anúncio, a cervejaria deu entrada, em junho de 2021, no processo de licenciamento através do SLA (Sistema de Licenciamento Ambiental) da SEMAD de Minas Gerais. A empresa destacou que apresentou todos os documentos e estudos ambientais necessários para análise e autorização de implantação das obras. Desse modo, o processo foi aprovado pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) e pela Câmara de Atividades Industriais (CMI) que, assim, permitiu a concessão da licença prévia e a licença de instalação (LP+LI) ao empreendedor em agosto de 2021 (MACHADO, 2021).

Entretanto, em setembro de 2021, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) realizou o embargo das atividades iniciais de instalação da cervejaria após a identificação de irregularidades do processo de licenciamento de ambas as partes envolvidas – empreendimento e órgão ambiental. De acordo com o documento técnico emitido pela ICMBio, os estudos apresentados são insuficientes para análise da significância dos impactos e, também, são discrepantes das diretrizes presentes no Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental (APA). Dentre as imprecisões do processo de licenciamento, destaca-se o não envolvimento do IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) e do IEF (Instituto Estadual de Florestas) responsável pela gestão da Unidade de Conservação da APA Carste de Lagoa Santa (MANUELZÃO, 2021).

O Projeto Manuelzão (2021) destaca que o local de instalação da fábrica causaria efeitos sobre o complexo espeleológico da APA Carste de Lagoa Santa e sobre os sítios arqueológicos locais, atingindo a área de influência do Monumento Natural Estadual da Gruta Lapa Vermelha IV,

onde foi encontrado o crânio de Luzia, considerado o fóssil humano mais antigo da América Latina.

Após o embargo realizado pelo ICMBio, o IPHAN enviou um ofício à SEMAD, em setembro, solicitando esclarecimentos no processo, à medida que o envolvimento do órgão se torna obrigatória durante o licenciamento em decorrência da relação do local com acervos históricos e patrimoniais tombados. Além da insatisfação anunciada pelo ICMBio, o Ministério Público de Minas Gerais também instaurou um Inquérito Civil para investigar as possíveis violações existentes no licenciamento da cervejaria (MANUELZÃO, 2021). O mesmo ainda solicitou a anulação das licenças ambientais concedidas pela SEMAD, uma vez que seria necessário estudos mais aprofundados sobre os impactos nos aquífero cárstico e nos sítios arqueológicos da região (MOREIRA, 2021). Posteriormente, com a inclusão do IPHAN no processo, o órgão se comprometeu a realizar vistorias, mapeamentos e análises dos estudos de impacto apresentados (MANUELZÃO, 2021).

Mesmo após as inúmeras contestações realizadas pelos órgãos envolvidos, a justiça concedeu à cervejaria, em outubro de 2021, uma liminar provisória para a retomada das obras de terraplanagem iniciadas para a instalação da fábrica. O juiz responsável pelo caso defendeu que o ICMBio não teria autoridade para contestar as decisões favoráveis expressadas pela SEMAD. Mesmo com a autorização, o empreendedor decidiu manter paralisadas as obras (COSTA, 2021).

Em dezembro de 2021, diante das polêmicas anunciadas sobre o processo, a cervejaria em questão decidiu não prosseguir com a implantação no município de Pedro Leopoldo. Assim, o empreendedor decidiu realizar a revisão dos estudos técnicos apresentados, objetivando a escolha de outro local com menor vulnerabilidade e que apresente os recursos necessários para a produção da cerveja (VALVERDE, 2021).

A desistência do empreendimento em Pedro Leopoldo ocasionou um profundo sentimento de frustração entre os residentes do município, os quais manifestaram seu descontentamento através de variadas formas de protesto. Especificamente, as promessas de geração de emprego advindas da instalação da fábrica de cerveja foram objeto de intensa contestação e crítica por parte da comunidade, que defendia a operação do empreendimento para movimentação da economia do município.

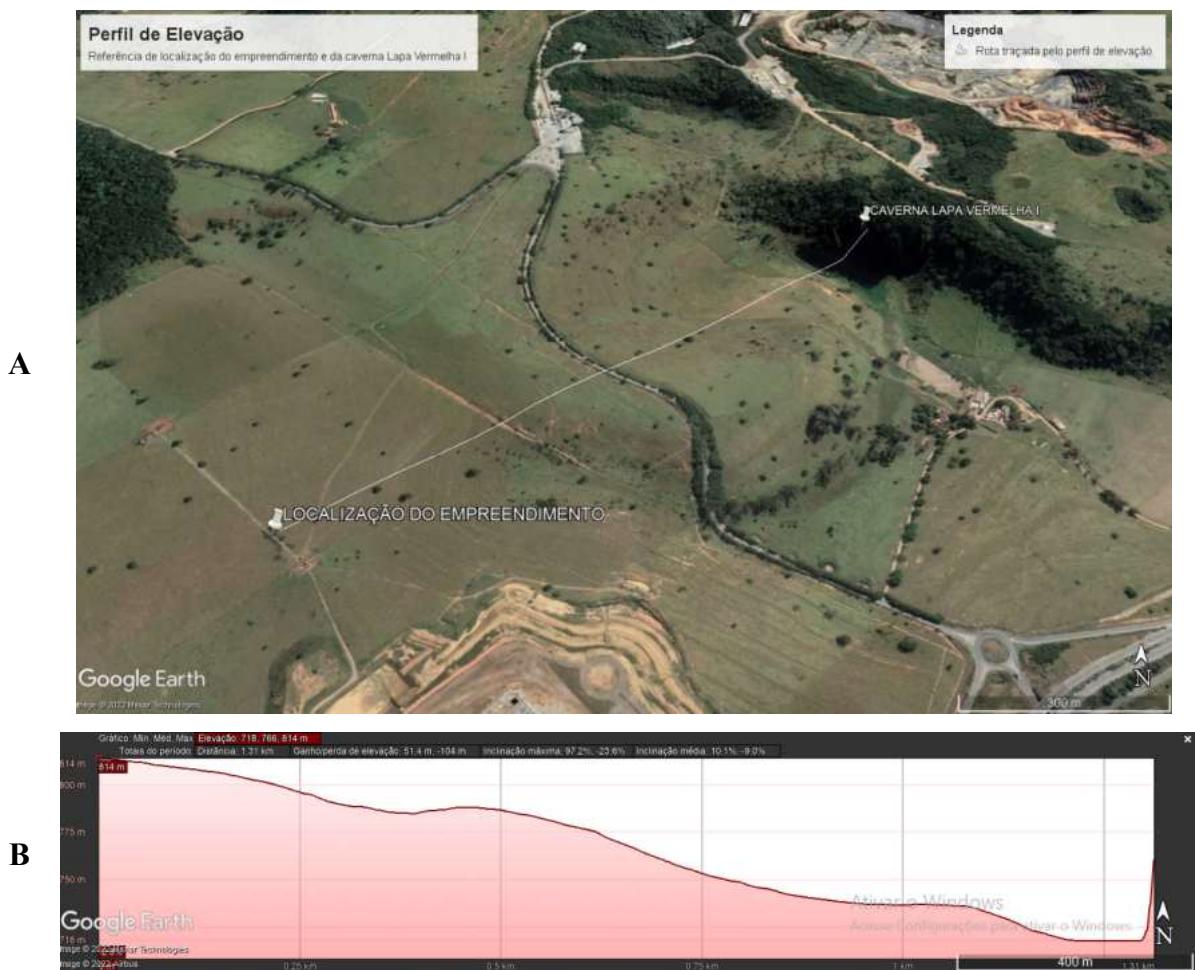
### *3.4.5. Identificação de lacunas no processo de licenciamento ambiental: análise ICMBio*

Conforme visto no item 3.5.4 em agosto de 2021 foi concedida as licenças prévia e de instalação para o empreendimento em estudo, fato que foi questionado pelo ICMBio no mês posterior. Após análise dos estudos técnicos apresentados pelo empreendedor, o órgão realizou a listagem das divergências identificadas no processo de licenciamento em questão. A seguir, serão apresentadas alguns dos apontamentos realizados pelo ICMBio, conforme documento apresentado ao Comitê de Bacia Hidrográfica Rio das Velhas (2021).

- Nos estudos técnicos, não foram identificadas as avaliações quanto a compatibilidade do tipo do empreendimento, de acordo com as premissas presentes no Plano de Manejo da APA Carste de Lagoa Santa;
- Ao analisar a localização geográfica da área do empreendimento, verificou-se que essa estava presente em 98,2% na ZCDUI - Zona de Conservação e Desenvolvimento Urbano e Industrial - e 2,8% na ZCPD - Zona de Conservação do Planalto das Dolinas – ZCPD, sendo que nessa última é proibida a instalação de empreendimentos de alto potencial poluidor.
- Para realização dos monitoramentos que compõem os estudos técnicos ambientais foi verificado apenas a campanha do período seco para o meio biótico, deixando de apresentar as análises durante o período chuvoso.
- O empreendimento não se enquadra nos requisitos de utilidade pública e interesse social, conforme a legislação federal nº 12.651/2012, o que desqualifica a implantação deste nessa área.
- Durante a avaliação dos impactos ambientais, não foram mencionados a susceptibilidade para o rebaixamento e possíveis implicações no fluxo hidrogeológico do local causado pela captação de água subterrânea;
- A área de localização do empreendimento e dos poços de captação são incompatíveis com os riscos verificados pelo zoneamento da área, a qual é classificada como susceptível a ocorrência de acidentes geológicos em decorrência da influência das atividades antrópicas;
- O empreendimento se localiza em área potencial de surgimento de cavidades, o que a classifica como de alto risco geológico, conforme Plano de Manejo. Assim, para essas situações, é prevista a necessidade de realização de assuntos mais aprofundados sobre as cavidades para se verificar a permissão de instalação da fábrica;

- Não foram apresentados nos estudos a avaliação de impactos das cavernas do Fedo, Cipó e Nei, que podem ser causados pelo bombeamento hídrico dos poços tubulares localizado próximo a essas estruturas;
- A partir da projeção do perfil de elevação da região de instalação do empreendimento em estudo, identificou-se a grande probabilidade de contaminação da Caverna Lapa Vermelha I, já que o sentido preferencial das drenagens existentes na área é da fábrica para a caverna que possui, ainda, uma lagoa que recebe todo o fluxo de água superficial. A Figura 3.16 demonstra tal circunstância.

**Figura 3.16-** Perfil de elevação do empreendimento em relação à caverna Lapa Vermelha I.



LEGENDA: A) Imagem de satélite da localização do empreendimento em relação à caverna Lapa Vermelha I. B) Perfil de elevação do caminho tracejado entre ambas as estruturas (empreendimento – caverna)

Fonte: Google (2022).

- Os estudos de exploração e vulnerabilidade foram realizados de maneira generaliza, não considerando cada caso, conforme Plano de Manejo da APA Carste.

- Não foram considerados a susceptibilidade para a exploração, tendo em vista o volume de 310 m<sup>3</sup>/h água outorgado. Esse volume equivale ao aumento de cerca de 78% do que atualmente é retirado no córrego captado.

Diante de tais circunstâncias e das obras de instalação já em andamento, a fábrica de cerveja foi duplamente autuada pelos seguintes danos: (1) Remoção de 1,7 hectares de vegetação de uma dolina, que se trata de uma estrutura protegida pela Unidade de Conservação; (2) Instalação de indústria na ZCDUI, que considera incompatível a presença desse tipo de atividade e porte do empreendimento (ICMBIO, 2021).

#### 4. METODOLOGIA

A metodologia do trabalho se deu por meio de 3 etapas, conforme fluxograma abaixo. As etapas serão brevemente caracterizadas nos tópicos seguintes.

**Figura 4.1 -Fluxograma - Metodologia da pesquisa**



Fonte: A Autora (2022).

#### **4.1. Referencial teórico**

O estudo, em sua primeira etapa, se deu por meio da pesquisa exploratória, empregando-se a investigação da vulnerabilidade de áreas cársticas e os impactos socioambientais ocasionados pela instalação de empreendimentos nesses locais, a partir da perspectiva de diferentes pesquisadores. No que se refere à abordagem técnica para a construção da pesquisa, essa se deu de forma qualitativa, através do levantamento e análise bibliográfica.

Além dos aspectos associados às áreas cársticas de maneira geral, foi realizada a caracterização dos principais fatores da APA Carste de Lagoa Santa, local em que seria instalada a cervejaria em estudo. Do mesmo modo, foram feitas pesquisas aos estudos ambientais apresentados pela empresa para o entendimento da movimentação do processo de licenciamento do empreendimento junto ao órgão ambiental.

A síntese literária foi realizada por meio das bases de pesquisa *Scielo* e *Google Scholar*, além de notícias, decretos e legislações associadas à temática abordada, além do uso de dados geoespaciais do estado de Minas Gerais. A pesquisa empregou as seguintes expressões e palavras-chave: área cárstica; impactos socioambientais; cervejaria; aquíferos; vulnerabilidade; e licenciamento.

#### **4.2. Matriz de Avaliação de Impacto**

Segundo De Moraes & D'Aquino (2016), a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) tem por objetivo a identificação e previsão de potenciais impactos acarretados por ações antrópicas sobre o ambiente, auxiliando no desenvolvimento de medidas de eliminação e mitigação dos impactos de caráter negativo. Essa metodologia é considerada auspíciosa para a gestão ambiental, à medida que concede informações essenciais e importantes para a tomada de decisão de projetos. De acordo com Finucci (2010):

O objetivo da AIA é ser um instrumento de auxílio na decisão racional e lógica de aceitação ou rejeição a ser tomada sobre os impactos ambientais associados a determinado projeto, através de um método de análise sistemática, utilizando parâmetros técnico-científicos e abordando as exigências legais impostas (FINUCCI, 2010, p.65).

A Avaliação de Impacto Ambiental é parte integrante do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) previsto durante o licenciamento de empreendimentos. Tais instrumentos são regidos no Artigo

6 da Resolução CONAMA 001/1985 (BRASIL, 1985), que aborda as seguintes atividades técnicas mínimas que devem ser retratadas durante a elaboração do estudo:

- I - Diagnóstico ambiental;
- II - Análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas;
- III - Definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos;
- IV - Elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento;

Diante da caracterização do empreendimento e análise técnica quanto à vulnerabilidade da área, a presente pesquisa abordou o item II presente no Artigo 6º da supracitada resolução. Assim, foi desenvolvido um prognóstico do cenário descrito no estudo de caso selecionado, mediante a identificação dos impactos associados à instalação e operação do empreendimento, analisando a magnitude e severidade dos possíveis impactos, sejam eles positivos ou negativos, diretos e indiretos, e a curto e longo prazo. Segundo Sánchez (2020), as funções da previsão de impactos são:

- Estimar a magnitude dos impactos ambientais;
- Fornecer informação essencial para avaliar a importância dos impactos;
- Prognosticar a situação futura do ambiente com o projeto em análise;
- Comparar e selecionar alternativas;
- Fornecer subsídios para a definição de medidas mitigadoras.

O prognóstico foi elaborado mediante a metodologia de construção de uma Matriz de Interação, que tem por objetivo identificar as interações entre os componentes ambientais e os aspectos que envolvem o empreendimento estudado. Esse modelo é composto pelos impactos identificados, possibilitando o reconhecimento das fontes de maior efeito, bem como as consequências de maior relevância. Além disso, a matriz deve fornecer a intensidade do impacto, sua duração ou distribuição temporal, bem como sua área de influência (SÁNCHEZ, 2020).

As matrizes de interação são amplamente utilizadas para relacionar as distintas ações de um determinado projeto com os fatores ambientais. Dentre as matrizes mais usadas para a AIA, está a Matriz de Leopold, desenvolvida para o Serviço Geológico do Ministério do Interior dos Estados Unidos. A avaliação utilizando a Matriz de Leopold é realizada por meio da identificação das ações possíveis relacionadas ao projeto em análise e, posteriormente, são

identificados os fatores ambientais que podem ser afetados por essas ações. Tais fatores ambientais podem incluir aspectos físicos, biológicos, sociais e culturais do ambiente (BATISTA *et al.*, 2017). Sendo assim, a construção da matriz proposta para a presente pesquisa se deu através do esquema apresentado na Figura 4.2.

**Figura 4.2-** Esquema elaboração da matriz de impacto.



Fonte: A Autora (2022).

#### **4.2.1. Levantamento documental**

A análise documental desempenha um papel fundamental na listagem das principais atividades associadas a um projeto para a composição da matriz de interação de impactos. Essa etapa envolveu o estudo de documentos relevantes, como estudos prévios, relatórios técnicos e planos de projeto. Sendo assim, o levantamento documental foi realizado com base nos arquivos públicos disponíveis nos sítios eletrônicos dos órgãos ambientais participantes do processo. Sendo assim, foram consultados os seguintes documentos:

- Parecer Único de licenciamento nº 47/SEMAD/SUPPRI/DAT/2021;
- Formulário técnico de solicitação de outorga;
- Estudo ambiental para processo de outorga – Código 08 – de autoria do IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas;
- Formulário de caracterização do empreendimento – FCE nº 32297365.

A importância da análise documental reside no fato de que os documentos fornecem informações detalhadas sobre as atividades planejadas, os componentes do projeto, os processos envolvidos e os possíveis impactos ambientais associados. Ao revisar esses documentos, é

possível obter uma visão abrangente das ações e entender como elas podem interagir com os fatores ambientais.

#### ***4.2.2. Elaboração de linhas causais***

A segunda etapa foi caracterizada pela elaboração de linhas causais, ou redes de interação, para auxiliar na identificação dos impactos e seus respectivos efeitos sobre os componentes ambientais avaliados. As linhas causais são representações gráficas que descrevem as relações existentes entre as atividades, os impactos ambientais e os efeitos sobre a biodiversidade, representando uma importante ferramenta para ilustrar a sequência de eventos que podem se suceder diante de uma ação (SANCHEZ, 2020).

Essa metodologia permite uma identificação concisa e significativa dos impactos e suas inter-relações, incluindo os impactos secundários que ocorrem subsequentemente ao impacto principal. As linhas de causalidade têm como principais benefícios a facilidade de compreensão dos impactos indiretos, bem como a capacidade de orientar as condições e recomendar medidas mitigadoras para o gerenciamento dos impactos identificados (CREMONEZ *et al.*, 2014).

Dessa forma, essa etapa buscou descrever as relações de causa e efeito das atividades desenvolvidas durante a instalação e operação do empreendimento em estudo, permitindo compreender as fontes de impacto e o modo com que esses efeitos estão interconectados. As linhas causais foram apresentadas em um modelo de fluxograma, indicando a fase de ocorrência, as macroatividades associadas, os aspectos de cada uma delas e seus possíveis impactos sobre os componentes ambientais avaliados nessa pesquisa.

#### ***4.2.3. Elaboração da matriz de interação***

Diante das atividades e fatores ambientais identificados nas etapas anteriores, foi criado uma matriz composta de duas seções: a primeira está direcionada a identificação das atividades do empreendimento, os aspectos e seus respectivos impactos, e os possíveis componentes ambientais afetados; a segunda seção, por sua vez, é composta pelos critérios de avaliação da significância dos impactos considerados.

A Resolução CONAMA nº 01/1986 é uma referência importante no processo decisório dos critérios, uma vez que estabelece parâmetros básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental em nível federal. Em seu artigo 6º, inciso II, essa resolução indica a

obrigatoriedade de avaliação com base nos seguintes critérios: impactos positivos e negativos; diretos e indiretos; imediatos e a médio e longo prazos; temporários e permanentes; grau de reversibilidade; e suas propriedades cumulativas e sinérgicas (BRASIL, 1986).

É importante ressaltar que a definição dos critérios a serem considerados na Avaliação de Impactos depende do contexto específico de cada projeto e das regulamentações aplicáveis. Portanto, com base no Termo de Referência geral para elaboração de estudo de impacto ambiental (EIA) e relatório de impacto ambiental (RIMA) para licenciamento prévio, disponibilizado pela SEMAD, foram considerados os seguintes parâmetros para avaliação dos impactos e construção da matriz de interação:

**Figura 4.3** – Quadro de parâmetros para avaliação de impactos – resumo.

PARÂMETRO	CLASSIFICAÇÃO
<i>Fase de ocorrência</i>	Instalação - Operação
<i>Natureza</i>	Positivo - Negativo
<i>Abrangência</i>	Local - Regional
<i>Origem</i>	Direto - Indireto
<i>Duração</i>	Temporário – Cíclico – Permanente
<i>Temporalidade</i>	Imediato – Médio Prazo – Longo Prazo
<i>Reversibilidade</i>	Reversível - Irreversível
<i>Ocorrência</i>	Certa – Provável - Improvável
<i>Cumulatividade</i>	Cumulativo - Não Cumulativo
<i>Magnitude</i>	Baixa - Média - Alta
<i>Significância</i>	Baixa – Média - Alta

Fonte: Adaptada, SEMAD (2023).

O quadro a seguir apresenta o descritivo das variáveis utilizadas durante a avaliação de impactos ambientais.

**Figura 4.4 – Quadro parâmetros para avaliação de impactos - detalhamento**

ITENS	DESCRÍÇÃO	EXEMPLOS
<b>Natureza</b>	Descreve o caráter do impacto (positivo ou negativo).	Positivo ou negativo
<b>Origem</b>	Impacto direto	O impacto direto é aquele que ocorre imediatamente e de forma clara, decorrente da realização de uma atividade humana ou natural, sem a necessidade de intermediários ou efeitos secundários.
	Impacto indireto	O impacto indireto é aquele que ocorre de forma mediada, decorrente de uma série de efeitos secundários ou intermediários da atividade humana ou natural, podendo ser menos perceptível e de difícil identificação.
<b>Duração</b>	Os impactos temporários referem-se aos efeitos que são observados apenas em determinadas etapas do projeto ou empreendimento, e que desaparecem após a sua conclusão. Esses impactos são causados por ações específicas e temporárias, como a emissão de poluentes atmosféricos, que afetam a qualidade do ar e deixam de existir quando a atividade que os gerou é encerrada.	Permanente ou temporário
<b>Reversibilidade</b>	A reversibilidade do meio ambiente refere-se à capacidade do ecossistema em recuperar-se após ter sido impactado por atividades humanas ou naturais.	Reversível: Poluição hídrica de uma indústria, quando se encerra o rio pode se autodepurar e retornar à qualidade anterior. Irreversível: Modificação da paisagem pela extração de minério, a área de exploração consome o morro existente da paisagem.
<b>Cumulatividade</b>	Ocorre quando os efeitos de uma atividade ou evento se somam e se intensificam ao longo do tempo, em conjunto com outros impactos ambientais acumulados, fato associado à capacidade sinérgica do impacto.	Cumulativo: O lançamento de determinado efluente no rio pode resultar em uma combinação química mais poluente, quando misturado com outras substâncias existentes.
<b>Abrangência</b>	A abrangência de um impacto refere-se à extensão ou alcance dos efeitos causados por um evento, ação ou fenômeno (local ou regional).	Local: poluição sonora provocada pelos ruídos emitidos por uma máquina. Regional: poluição atmosférica causada pela emissão de poluentes por uma indústria.
<b>Temporalidade</b>	Se refere à dimensão temporal dos efeitos causados por um evento. Em outras palavras, é o período em que os impactos ocorrem e podem persistir (curto, médio e longo prazo).	Curto prazo: poluição do ar causada por uma queima de biomassa em uma área específica. Médio prazo: degradação do solo causada por práticas agrícolas inadequadas. Longo prazo: contaminação do solo por substâncias tóxicas persistentes.
<b>Ocorrência</b>	Se refere à probabilidade de ocorrência de um determinado impacto ambiental como resultado de um projeto (certa, provável, improvável).	Certa: a remoção de árvores resultará na alteração da qualidade do solo. Provável: a extração de minério em uma área propensa a deslizamentos de terra, pode resultar em erosão. Improvável: a construção de edifício em área já urbanizada poderá causar impactos significativos sobre o trânsito local.
<b>Magnitude</b>	Medida da intensidade ou gravidade dos efeitos de uma atividade ou evento sobre o meio ambiente.	
<b>Significância</b>	Combinação dos critérios anteriores para determinação da significância do impacto.	

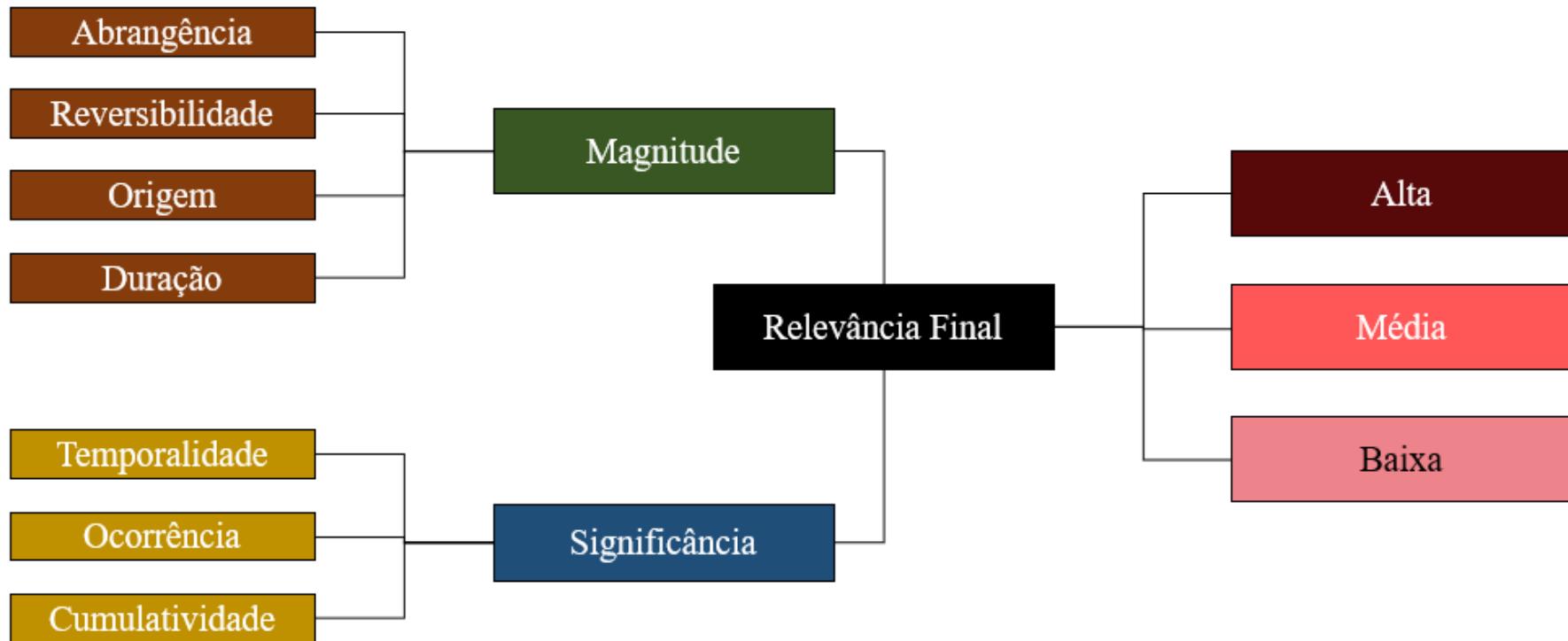
Fonte: Adaptada - Sanchez (2020).

Assim, conforme mencionado por Sanchez (2013), é necessário analisar como os vários atributos descritivos dos impactos podem ser integrados para atender aos critérios de relevância. Para isso, o autor menciona que os resultados podem ser adquiridos por meio da combinação e ponderação de atributos.

Ainda, segundo Sanchez (2013), é importante destacar que a avaliação de impacto ambiental é um processo dinâmico, que requer uma abordagem personalizada para cada caso específico e, por isso, não existem fórmulas universais que possam ser aplicadas indiscriminadamente a todos os projetos ou contextos ambientais. As metodologias de avaliação de impacto ambiental existentes podem servir como diretrizes e referências iniciais, fornecendo estruturas e princípios gerais para o processo, porém a flexibilidade e a adaptabilidade são essenciais durante a estruturação do estudo.

Diante disso, com base nas metodologias discutidas por Sanchez (2013), por Lima (2022) e pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (2017), foram propostas combinações de atributos específicas para a magnitude, significância e relevância final dos impactos ambientais do estudo em questão.

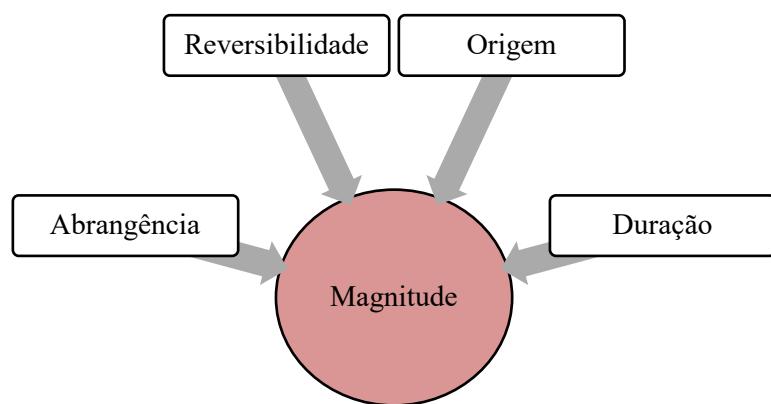
**Figura 4.5- Atributos para definição da relevância final dos impactos.**



Fonte: A Autora (2023).

A magnitude de um impacto se refere à grandeza ou intensidade do efeito causado por uma ação ou atividade, considerando o alcance do impacto em relação aos componentes ambientais afetados (SANCHEZ, 2020). Nessa linha, para a definição da magnitude, foram atribuídas as combinações dos parâmetros de abrangência (C), origem (D), duração (E) e reversibilidade (G).

**Figura 4.6-** Atributos para definição da magnitude dos impactos.



Fonte: A Autora (2023).

Para cada um dos atributos, foi estabelecido um peso que pode variar em 10, 20 ou 30, sendo 10 para menor intensidade, 20 para intensidade intermediária e 30 para maior intensidade com base nos estudos do IEMA (2017). A seleção por dezenas se deu em função da facilitação dos cálculos finais. Além disso, é importante destacar que, para esse estudo, não foi atribuída priorização entre os fatores avaliados e, portanto, todos os atributos apresentam o mesmo peso na equação. Sendo assim, a Tabela 4.1 apresenta os pesos conferidos para os atributos associados à magnitude.

**Tabela 4.1 –** Ponderação dos atributos para cálculo da magnitude.

PARÂMETROS	CLASSIFICAÇÃO	PESOS (k)
<b>Abrangência</b>	Local	10
	Regional	30
<b>Origem</b>	Direto	30
	Indireto	10
<b>Duração</b>	Temporário	10
	Cíclico	20
	Permanente	30

<b>Reversibilidade</b>	Irreversível	30
	Reversível	10

Fonte: A Autora (2023).

Assim, a magnitude final do impacto foi estabelecida pelo somatório dos pesos de cada um dos parâmetros avaliados, conforme equação Equação 4.1 (IEMA, 2017).

$$Magnitude = \sum (kA + kO + kD + kR)$$

(Equação 4.2)

na qual,

kA = peso atribuído para a abrangência

kO = peso atribuído para a origem

kD = peso atribuído para a duração

kR = peso atribuído para a reversibilidade

Mediante as variações dos resultados do somatório, a magnitude do impacto é conferida em três faixas de classificação distribuídas de forma simétrica (GDF, 2018), considerando o valor máximo (120) e o valor mínimo (40) passível de ser adquirido por meio do somatório que elucida a intensidade do efeito causado aos componentes ambientais. Assim, a escala da magnitude se dá conforme Tabela 4.2, que representa a variação da intensidade do efeito que uma determinada atividade tem sobre o meio ambiente

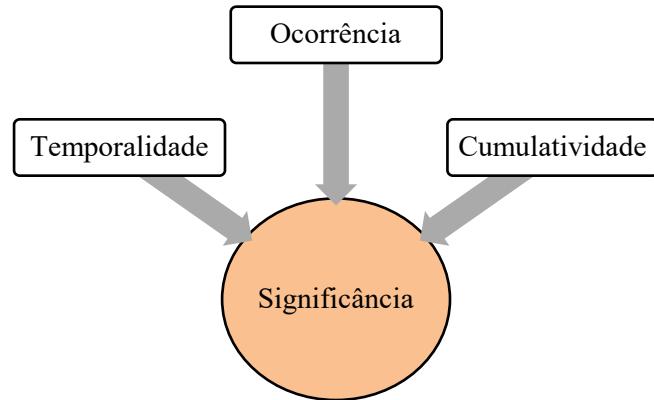
**Tabela 4.2 – Classes de magnitude.**

ID	CLASSE	PESO
<b>Magnitude baixa</b>	40 - 60	1
<b>Magnitude média</b>	70 - 90	2
<b>Magnitude alta</b>	100 - 120	3

Fonte: A Autora (2023).

Já a significância - determinada por meio de uma avaliação abrangente dos diferentes atributos e características do impacto ambiental -, que se refere à expressividade do impacto frente ao meio afetado, foi definida com base na combinação dos parâmetros de temporalidade, ocorrência e cumulatividade.

**Figura 4.7-** Atributos para definição da significânci dos impactos.



Fonte: A Autora (2023).

Conforme realizado para os cálculos da magnitude, para a definição da significância dos impactos foi estabelecido um peso que pode apresentar valor igual a 10, 20 ou 30, sendo 10 para menor intensidade, 20 para intensidade intermediária e 30 para maior intensidade. Além disso, também não foi atribuída priorização entre os fatores avaliados e, portanto, todos os atributos apresentam o mesmo peso na equação. Sendo assim, a Tabela 4.3 apresenta os pesos conferidos para os atributos associados à magnitude.

**Tabela 4.3 –** Ponderação dos atributos para cálculo da significância.

PARÂMETROS	CLASSIFICAÇÃO	PESO (K)
<b>Temporalidade (F)</b>	Imediato	30
	Médio prazo	20
	Longo prazo	10
<b>Ocorrência (H)</b>	Certa	30
	Provável	20
	Improvável	10
<b>Cumulatividade (I)</b>	Cumulativo	30
	Não cumulativo	10

Fonte: A Autora (2023).

Assim, a significância final do impacto foi estabelecida pelo somatório dos pesos de cada um dos parâmetros avaliados, conforme equação Equação 4.3 (IEMA, 2017).

$$Significância = \sum (kT + kO + kC)$$

(Equação 4.4)

na qual,

$kT$  = peso atribuído para a temporalidade

$kO$  = peso atribuído para a ocorrência

$kC$  = peso atribuído para a cumulatividade

Mediante as variações dos resultados do somatório, a significância do impacto é conferida em três faixas de classificação, considerando o valor máximo (90) e o valor mínimo (30) passível de ser adquirido por meio do somatório que elucida a intensidade do efeito causado aos componentes ambientais. Assim, a escala da significância se dá conforme Tabela 4.4.

**Tabela 4.4** – Classes de significância.

ID	CLASSE	PESO
<b>Significância baixa</b>	30 - 40	1
<b>Significância média</b>	50 – 60 - 70	2
<b>Significância alta</b>	80 - 90	3

Fonte: A Autora (2023).

- Significância baixa: Um impacto ambiental é considerado de baixa significância quando seus efeitos são mínimos, temporários e localizados. Geralmente, esses impactos têm uma escala pequena e afetam apenas uma área limitada do meio ambiente.
- Significância média: Um impacto ambiental de média significância possui efeitos mais amplos e duradouros em comparação com um impacto de baixa significância. Eles podem afetar ecossistemas mais extensos, recursos naturais importantes ou ter implicações para a saúde humana e o bem-estar das comunidades.
- Significância alta: Um impacto ambiental de alta significância é caracterizado por efeitos graves, extensos e duradouros. Eles têm uma escala ampla e afetam ecossistemas valiosos, espécies ameaçadas, recursos naturais críticos ou têm consequências significativas para a saúde humana e o bem-estar das comunidades.

Estabelecida a classificação da magnitude e significância, foi realizado a multiplicação entre esses fatores, para obtenção da relevância final do impacto. A Tabela 4.5 apresenta as interações e possibilidades de resultados para a relevância final.

**Tabela 4.5** – Relevância final do impacto.

Relevância		Magnitude			
		X	3	2	1
Significância	3	9	6	3	
	2	6	4	2	
	1	3	2	1	

Fonte: A Autora (2023).

**Tabela 4.6** – Classificação da relevância.

Classificação	Valores
Baixa	1 – 2
Média	3 – 4
Alta	6 – 9

Fonte: A Autora (2023).

Para uma melhor compreensão, torna-se necessário considerar que os parâmetros "fase de ocorrência" e "natureza do impacto" foram utilizados apenas para identificação e não foram incluídos nas equações de magnitude e significância.

Esses parâmetros foram considerados com a mesma ponderação para as variações correspondentes. Ou seja, eles foram utilizados como critérios de classificação, mas não influenciaram diretamente nos cálculos das grandezas de magnitude e significância.



#### **4.3.3.1 Seleção de componentes ambientais**

Com relação aos componentes ambientais empregados nesse estudo, foram considerados os seguintes elementos:

- Ar: A qualidade do ar pode ser afetada por emissões de gases e partículas na atmosfera, o que pode levar a problemas de saúde pública e impactos sobre os ecossistemas.
- Água: A qualidade da água pode ser afetada por descargas de esgotos, produtos químicos, sedimentos e outros poluentes, o que pode afetar a saúde humana e a biodiversidade dos sistemas aquáticos. Além disso, o impacto sobre a água pode ser considerado frente a redução da sua disponibilidade, uma vez que representa um recurso finito. A água doce é um recurso limitado e sua disponibilidade está sendo afetada por diversos fatores, como o crescimento populacional, o aumento da demanda por água para atividades agrícolas e industriais, além das mudanças climáticas. As mudanças climáticas estão desempenhando um papel importante na redução da disponibilidade de água. Alterações nos padrões de precipitação e o aumento da frequência de secas estão afetando as fontes de água doce, como rios, lagos e aquíferos. Isso pode levar a crises hídricas, escassez de água e conflitos entre comunidades e regiões que dependem desses recursos.
- Solo: A qualidade do solo pode ser afetada por práticas agrícolas, construção de estradas, mineração, entre outros fatores, o que pode levar à erosão, perda de fertilidade e degradação dos ecossistemas terrestres.
- Fauna: A poluição e a destruição de habitats provocadas pela atividade humana, como a construção de estradas, desmatamento e outras, podem provocar a perda da biodiversidade e, assim, a redução da população de animais do local.
- Flora: a flora pode ser impactada através da degradação e destruição direta de habitats naturais, assim como pela interferência em processos ecológicos em decorrência das atividades humanas.
- Paisagem: A paisagem pode ser afetada pela construção de infraestruturas, o que pode afetar a estética, os valores culturais e a qualidade de vida das pessoas que vivem na região.
- Patrimônio cultural: O patrimônio cultural inclui sítios arqueológicos, monumentos e outros locais que têm valor histórico ou cultural. Esses locais podem ser afetados por projetos e atividades que afetam o ambiente ao seu redor.
- Economia: o desenvolvimento econômico pode ser impulsionado pela atividade humana, como a produção de bens e serviços, o comércio e o investimento. A atividade

econômica pode gerar empregos, aumentar a renda e o investimento local. Além disso, a economia pode ser afetada negativamente, como pelo aumento dos custos para a recuperação de algo que foi impactado.

- Qualidade de vida: refere-se ao bem-estar geral e à satisfação das necessidades físicas, emocionais e sociais de uma pessoa ou de uma comunidade. Está intrinsecamente ligada às condições de higiene, ao acesso a serviços básicos de saneamento e à gestão adequada dos resíduos. Além disso, a qualidade de vida abarca os seguintes aspectos: saúde e higiene; segurança alimentar; bem-estar psicológico; acesso a recursos naturais.

Assim, diante da avaliação e classificação dos impactos sobre os componentes ambientais, tem-se o resultado da relevância final. Tais relações sucedem na matriz de interação que permitirá a identificação dos principais componentes ambientais afetados e aspectos relacionados à instalação da cervejaria no município de Pedro Leopoldo, prevendo seus efeitos no que tange aos aspectos socioambientais da região diretamente e indiretamente afetada.

#### ***4.2.4. Premissas do estudo***

Para o desenvolvimento do estudo de avaliação de impactos da cervejaria em Pedro Leopoldo, é importante ressaltar que esse foi alicerçado pelas seguintes premissas:

- O estudo foi executado considerando as fases de implantação e operação do empreendimento, com base nas informações inicialmente propostas nos estudos ambientais apresentados pelo empreendedor ao órgão ambiental;
- Em decorrência da ausência de informações técnicas detalhadas sobre a implantação e operação do empreendimento e, considerando que esse estudo propõe um prognóstico sobre a atuação da cervejaria, a matriz de Avaliação de Impactos Ambientais se limitou aos impactos de 1<sup>a</sup> ordem, uma vez que há um elevado grau de incerteza sobre os demais impactos sucedentes;
- As linhas de causalidade foram limitadas e traçadas considerando os prováveis impactos, a partir das características gerais das macroatividades e informações obtidas dos estudos ambientais do empreendimento disponibilizados pelo sítio eletrônico da SEMAD;
- É importante ressaltar que, na metodologia de matriz de interação, os impactos levantados são considerados sem a aplicação de medidas de controle, considerando, assim, a situação mais desfavorável.

#### 4.3. Estudo de Percepção Ambiental

Durante a presente pesquisa foi realizado um estudo de percepção ambiental das regiões diretamente e indiretamente afetada pelo empreendimento em estudo. A percepção ambiental, além de representar um importante instrumento para o planejamento e tomada de decisões através de diferentes perspectivas sociais, culturais e ambientais de diferentes grupos socioeconômicos (FERNANDES *et al.*, 2004), é um estudo que permite avaliar como os indivíduos de uma determinada região percebem seu espaço sob o ponto de vista ambiental. Esse cenário proporciona uma noção crítica sobre os fatores que podem exercer influência quanto a qualidade de vida dessa população (PMMA, 2022). Cunha e Leite (2009) expressam:

“Existem vários conceitos para o termo “percepção ambiental”, mas cabe ressaltar que, em todos eles, o principal aspecto a ser levantado é a questão das relações entre o homem e o meio ambiente, como cada indivíduo o percebe, o quanto conhece do seu próprio meio, o que espera do seu meio, como o utiliza e sua ação cultural sobre esse meio” (CUNHA; LEITE, 2009, p.71).

O estudo da percepção ambiental admite tamanha relevância que é então exigido no processo de licenciamento ambiental do estado de Minas Gerais, conforme “Termo de Referência para elaboração dos programas de educação ambiental não formal exigidos no licenciamento ambiental do estado de Minas Gerais”, prevista pela Deliberação Normativa COPAM Nº 214, de 26 de abril de 2017 (MINAS GERAIS, 2017).

Desse modo, o estudo permite um contato mais direto entre o pesquisador e sua área de pesquisa, admitindo a compreensão dos fenômenos de forma mais clara e detalhada (CUNHA; LEITE, 2009). Por isso, o estudo de percepção se torna uma ferramenta imprescindível para o levantamento de informações a respeito do entendimento da população sobre um empreendimento e os desdobramentos que esses podem provocar na região.

Sendo assim, a presente pesquisa adotou um estudo de percepção ambiental, buscando atingir as regiões de Pedro Leopoldo, Confins, Lagoa Santa, Matozinhos e Vespasiano, que são as principais áreas de influência da cervejaria. Este estudo foi realizado no período de 01 de maio de 2023 a 01 de junho de 2023 (dois meses), onde foi aplicado um questionário na plataforma *Google Forms*, no formato online, aos moradores de tais regiões. O questionário foi disponibilizado e compartilhado nas redes sociais, especialmente em grupos de WhatsApp de instituições de ensino da região de interesse. O formulário foi criado na plataforma *Google Forms*, proporcionando uma maneira conveniente e acessível para os moradores participarem

do levantamento de dados. O link do questionário foi divulgado amplamente, permitindo que um grande número de pessoas tivesse acesso e pudesse responder às perguntas relacionadas ao tema em discussão.

O questionário é formado de questões voltadas ao levantamento do perfil dos entrevistados e, posteriormente, contempla quesitos específicos sobre a instauração do empreendimento no local sob a ótica socioambiental e econômica dos moradores. Os resultados serão compilados em uma análise gráfica quantitativa, além da descrição qualitativa dos dados, permitindo um diagnóstico de percepção da população frente a esse episódio.

A Figura 4.8 descreve as perguntas realizadas para aplicação do questionário de percepção ambiental.

**Figura 4.8** – Perguntas realizadas no estudo de percepção ambiental

SEÇÃO	PERGUNTA
Perfil socioeconômico	P1 Qual sua faixa etária?
	P2 Qual o seu nível de escolaridade?
	P3 Qual a sua ocupação atual?
	P4 Você mora em qual cidade?
	P5 Você mora em: (Zona urbana ou rural)
Percepção Ambiental	P6 Qual seu posicionamento sobre a instalação da fábrica Heineken na região de Pedro Leopoldo?
	P7 Na sua opinião, qual seria o maior benefício da instalação da Heineken em Pedro Leopoldo?
	P8 Na sua opinião, qual seria o maior malefício/dano da instalação da Heineken em Pedro Leopoldo?
	P9 Na sua opinião, qual foi o principal motivo que impossibilitou a instalação da Heineken em Pedro Leopoldo?
	P10 Você participou de alguma reunião pública para discutir os pontos positivos e negativos do empreendimento?
	P11 Você possui conhecimento sobre os documentos que orientam a gestão ambiental da APA Carste Lagoa Santa onde seria instalada a cervejaria?
	- DEPOIMENTO: Descreva alguma opinião sobre esse fato, caso julgue pertinente.

Fonte: A autora (2023)

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. Identificação e avaliação de impactos socioambientais

#### 5.1.1. Análise documental

Durante o levantamento e análise dos estudos ambientais apresentados no processo de licenciamento ambiental do empreendimento em estudo, foram identificadas as principais atividades planejadas para a implantação e operação da cervejaria. A Tabela 5.1 indica as principais ações mapeadas.

**Tabela 5.1** – Principais atividades envolvidas no processo de implantação e operação do empreendimento.

ETAPA	ATIVIDADE	FONTE DE CONSULTA
Implantação	Abertura de acessos	
	Execução de terraplanagem	
	Supressão vegetal	
	Operação de refeitórios temporários	
	Operação de sanitários temporários	
	Operação de ambulatórios temporários	
	Movimento de máquinas e veículos pesados	
	Operação da Usina de Concreto	
	Perfuração de poço	
	Construção das estruturas definitivas	
Operação	Operação da área administrativa	Parecer Único de licenciamento nº 3328/2021 (SEMAD)
	Operação dos refeitórios	
	Operação da oficina de manutenção de máquinas	
	Operação da Estação de Tratamento de Água (ETA)	
	Operação da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE)	
	Movimento de máquinas e veículos pesados	
	Operação da central de armazenamento temporário de resíduos	
	Operação da planta de refrigeração	
	Operação da linha de fabricação de cerveja	

Fonte: Adaptado - Parecer nº 47/SEMAD/SUPPRI/DAT/2021

De acordo com o Parecer nº 47/SEMAD/SUPPRI/DAT/2021, baseado no Relatório de Controle Ambiental (RCA) apresentado pela cervejaria durante o processo de licenciamento, as

atividades de implantação seriam caracterizadas por instalações temporárias, como refeitórios, sanitários e ambulatórios para atendimento aos prestadores de serviço do canteiro de obras. A fim de nivelar o terreno, durante a terraplanagem estava previsto a remoção de 2.252.000 m<sup>3</sup> de solo, sendo que 883.000 m<sup>3</sup> seriam adicionados para preenchimento de áreas necessárias.

Além disso, estava prevista a construção de uma usina de concreto, com capacidade de produção de 9 m<sup>3</sup>/h, utilizada para fabricar concreto comum. A área também seria utilizada para a lavagem de caminhões betoneira e outros equipamentos.

Para o abastecimento de água, estava prevista a captação superficial no Ribeirão da Mata, bem como a captação subterrânea nos poços P1P e P2P, para abastecimento dos funcionários da obra e realização da aspersão nas vias. Quanto ao tratamento do efluente sanitário, inicialmente seria coletado e destinado a empresas terceirizadas, em vista da operação de banheiros químicos até implantação do sistema permanente.

Com relação à fase de operação do empreendimento, a principal atividade seria a fabricação de cerveja, que previa uma produção anual de 7,6 bilhões de litros, em uma área total de 2.055.000 m<sup>2</sup>. Para essa etapa, considera-se as etapas de recebimento, armazenamento e transporte de insumos utilizados para fabricação e funcionamento dos demais equipamentos da linha de produção. Dentre as matérias-primas, foram mapeadas o malte, gritz<sup>2</sup>, lúpulo e insumos químicos (soda, sanitizante, produtos para tratamento de água e efluentes, terra infusória<sup>3</sup>, nitrogênio líquido e lubrificantes). Além disso, estava prevista a introdução de leveduras provenientes de cultura pura para a conversão dos açucares de malte a dióxido de carbono e álcool etílico.

A energia elétrica utilizada para as atividades operacionais e administrativas seria fornecida pela CEMIG, com um consumo médio previsto de 6,6 MW por ano.

O abastecimento de água seria realizado por meio da captação de água do Ribeirão da Mata e de dois poços subterrâneos, através de duas bombas centrífugas. Essa água seria transportada por uma adutora, com cerca de 2500 metros de extensão, até a Estação de Tratamento de Água (ETA).

---

<sup>2</sup> Gritz: Grânulos de milho com granulometria fina, obtidos a partir de milho integral selecionado.

<sup>3</sup> Terra infusória: são fósseis milenares de algas, com granulometria e permeabilidade controlados para uso em filtros de cervejas, de placas ou de velas.

É prevista também uma planta de refrigeração com o uso de NH<sub>3</sub> como refrigerante, que realiza a troca de calor com um circuito de água e álcool. Esse sistema de refrigeração seria utilizado em várias aplicações, tais como o resfriamento do mosto, água desaerada, ar-condicionado, planta de CO<sub>2</sub>, tanques de armazenamento de fermento, dentre outros.

Após tratamento na Estação de Tratamento de Efluente (ETE) da empresa, o efluente gerado seria lançado no Ribeirão da Mata. A ETE é composta por etapas de tratamento primário e secundário, onde, inicialmente, haverá a remoção de sólidos e, em seguida, o tratamento secundário realizado por reator biológico anaeróbico e um processo de lodos ativados de baixa carga.

Além disso, dentro da área do empreendimento, seria implantada uma oficina para a manutenção de empilhadeiras da fábrica. Os efluentes oleosos seriam encaminhados para o refinamento por empresas terceirizadas, enquanto os efluentes aquosos seriam direcionados para a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE).

Os resultados obtidos foram utilizados como base para a construção das linhas de causalidade e forneceram subsídios importantes para a compreensão dos possíveis impactos socioambientais.

### ***5.1.2. Avaliação das relações de causa e efeito***

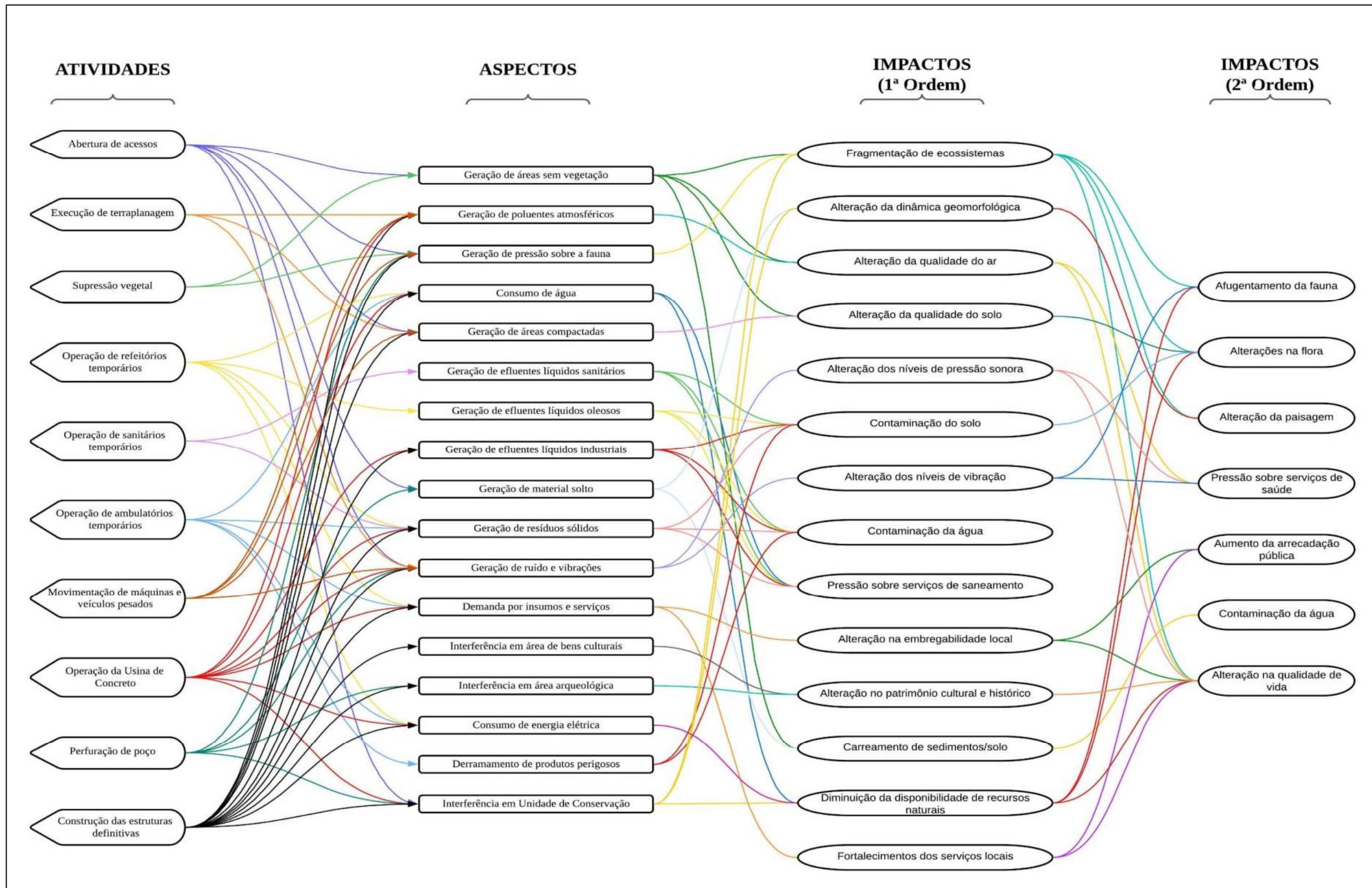
Com base nos resultados adquiridos no levantamento documental, foram construídas as linhas de causalidade para compreensão das relações entre as ações do empreendimento e os possíveis efeitos sobre o meio ambiente. Essa etapa foi elaborada associando as principais atividades mapeadas durante a instalação e operação da cervejaria, os aspectos provenientes de tais atividades, os impactos primários (1<sup>a</sup> ordem) e os impactos secundários (2<sup>a</sup> ordem), formando um encadeamento de fatores. Nesse processo, foram identificados resultados consideráveis que contribuíram para uma análise mais abrangente dos impactos potenciais.

A construção das linhas de causa e efeito permitiu a compreensão das causas relacionadas ao empreendimento que poderiam gerar impactos ambientais. Foram identificadas ações específicas, como a abertura de acessos, a supressão vegetal, a emissão de poluentes ou o uso de substâncias químicas, que poderiam desencadear impactos sobre os componentes ambientais.

A partir das causas identificadas, as linhas de causalidade auxiliaram na análise dos efeitos resultantes. Foram identificados os possíveis impactos sobre o solo, a água, o ar, a fauna, a flora e outros elementos do ambiente. Essa análise proporcionou uma compreensão mais precisa dos efeitos diretos e indiretos, e serviu de base para a compreensão da magnitude e alcance espacial e temporal dos impactos.

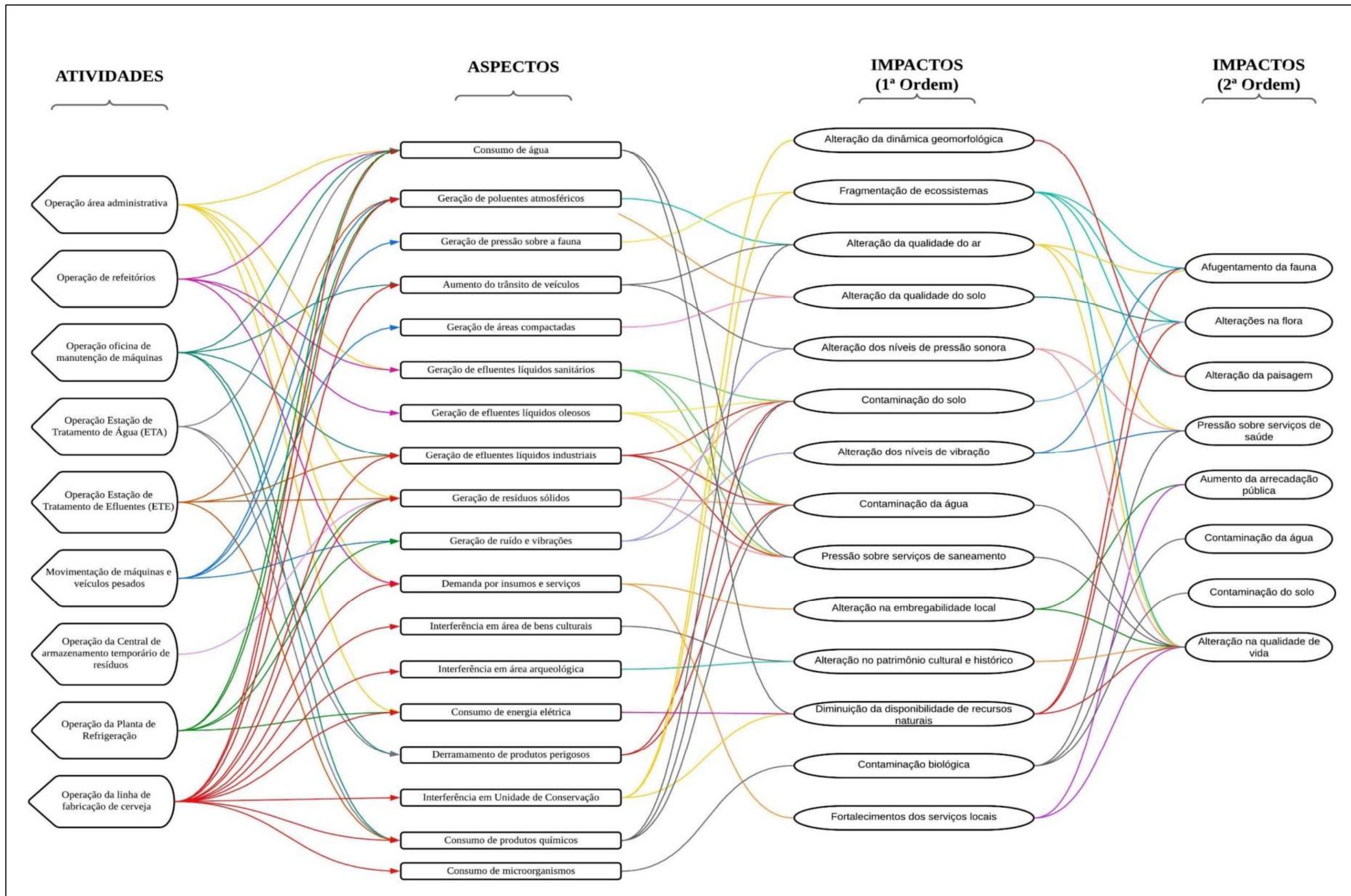
As Figura 5.1 e Figura 5.2 exibem as linhas causais elaboradas para as fases de instalação e operação do empreendimento, respectivamente.

Figura 5.1: Linhas causais – Instalação do empreendimento



Fonte: A Autora (2023).

Figura 5.2: Linhas causais –Operação do empreendimento



Fonte: A Autora (2023).

### ***5.1.3. Compilação matricial dos impactos e análise de relevância***

Com base na avaliação das linhas de causa e efeito realizadas na etapa anterior, obteve-se uma matriz de interação de aspectos e impactos com os componentes ambientais afetados. A partir desse produto, foram identificados resultados relevantes que forneceram uma compreensão abrangente dos efeitos potenciais sobre o ambiente.

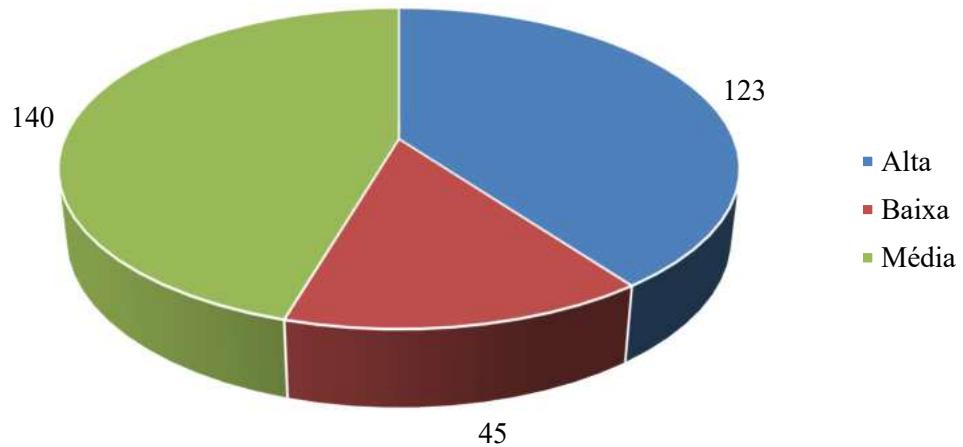
A avaliação realizada com base nos indicadores selecionados foi de suma importância para obtenção da relevância final do impacto das atividades, com base nas características do impacto sobre o componente ambiental atingido. A matriz de interação elaborada apresenta o aspecto visual exibido na Figura 5.3. Destaca-se que a matriz completa se encontra anexa à presente pesquisa.

**Figura 5.3-** Matriz de interação parcial.

Fonte: A autora (2023).

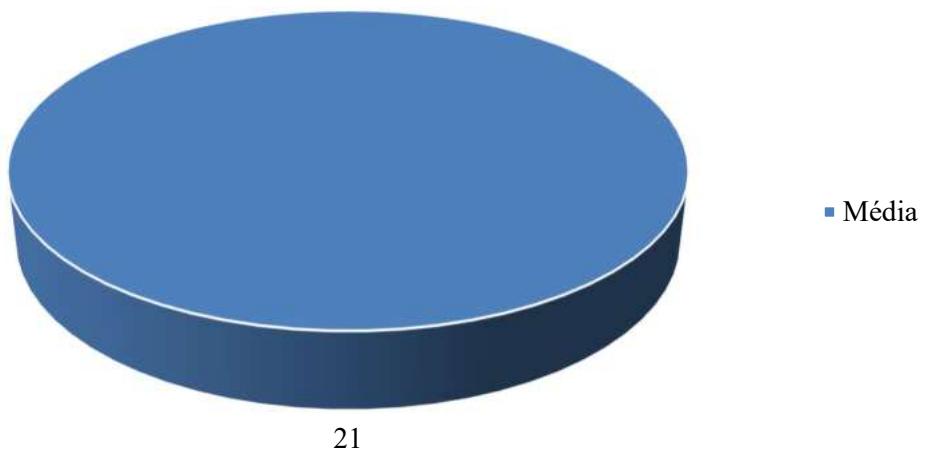
Ao compilar os resultados obtidos com relação à relevância final dos impactos, a Figura 5.4 indica o quantitativo dos impactos de natureza negativa identificados e a Figura 5.5 indica os impactos de natureza positiva.

**Figura 5.4-** Relevância final dos impactos de natureza negativa



Fonte: A autora (2023).

**Figura 5.5-** Relevância final dos impactos de natureza positiva



Fonte: A autora (2023).

Com relação aos impactos negativos, foram observados 123 impactos de alta relevância, 140 impactos de média relevância e 45 impactos de baixa relevância. Essa distribuição dos impactos por níveis de relevância é importante para entender a magnitude e a gravidade das

consequências negativas decorrentes das ações analisadas. Os 123 impactos de alta relevância destacam-se como os mais expressivos, sugerindo um potencial impacto significativo sobre a área em estudo.

Os impactos de alta relevância demandam atenção especial, uma vez que podem apresentar consequências mais sérias e duradouras, podendo afetar negativamente os ecossistemas presentes na região, bem como a qualidade de vida dos moradores da área de influência da cervejaria.

Ao analisar os impactos de natureza positiva identificados, é observado que todos foram classificados como de relevância média. O número total de impactos positivos identificados foi de apenas 21, o que representa uma quantidade substancialmente menor em comparação com os impactos negativos identificados.

**Tabela 5.2** – Ordem dos impactos mais frequentes identificados durante a implantação do empreendimento.

<i><b>ORDEM</b></i>	<i><b>IMPACTOS DE NATUREZA</b></i>	<i><b>IMPACTOS DE NATUREZA</b></i>
	<i><b>POSITIVA (12)*</b></i>	<i><b>NEGATIVA (164)*</b></i>
<i><b>1º</b></i>	<i><b>Alteração na empregabilidade local</b></i>	<i><b>Contaminação da água</b></i>
<i><b>2º</b></i>	<i><b>Fortalecimento dos serviços locais</b></i>	<i><b>Contaminação do solo</b></i>
<i><b>3º</b></i>	<i><b>-</b></i>	<i><b>Fragmentação de ecossistemas</b></i>
<i><b>4º</b></i>	<i><b>-</b></i>	<i><b>Diminuição da disponibilidade de recursos naturais</b></i>
<i><b>5º</b></i>	<i><b>-</b></i>	<i><b>Pressão sobre serviços de saneamento</b></i>

\*Número equivalente ao número de impactos identificados, sendo importante lembrar que diferentes aspectos podem dar origem a um mesmo impacto.

**Tabela 5.3** – Ordem dos impactos mais frequentes identificados durante a operação do empreendimento.

<b>ORDEM</b>	<b>IMPACTOS DE NATUREZA</b>	<b>IMPACTOS DE NATUREZA</b>
	<b>POSITIVA (9)*</b>	<b>NEGATIVA (144)*</b>
<i>1º</i>	<i>Alteração na empregabilidade local</i>	<i>Contaminação da água</i>
<i>2º</i>	<i>Fortalecimento dos serviços locais</i>	<i>Contaminação do solo</i>
<i>3º</i>	-	<i>Pressão sobre serviços de saneamento</i>
<i>4º</i>	-	<i>Alteração na qualidade do ar</i>
<i>5º</i>	-	<i>Diminuição da disponibilidade de recursos naturais</i>

\*Número equivalente ao número de impactos identificados, sendo importante lembrar que diferentes aspectos podem dar origem a um mesmo impacto.

Os impactos mapeados como positivos estão associados aos componentes ambientais “economia” e “qualidade de vida”, os quais estão relacionados aos impactos de aumento da geração de empregos e a necessidade de insumos e serviços da região, para operação da planta. A criação de novos postos de trabalho se trata de um importante fator para impulsionar a economia de uma região e melhorar a renda das pessoas, fornecendo uma melhor qualidade de vida. Além disso, a necessidade de insumos e serviços da região pode estimular o crescimento do setor empresarial local, implicando no surgimento de novos negócios.

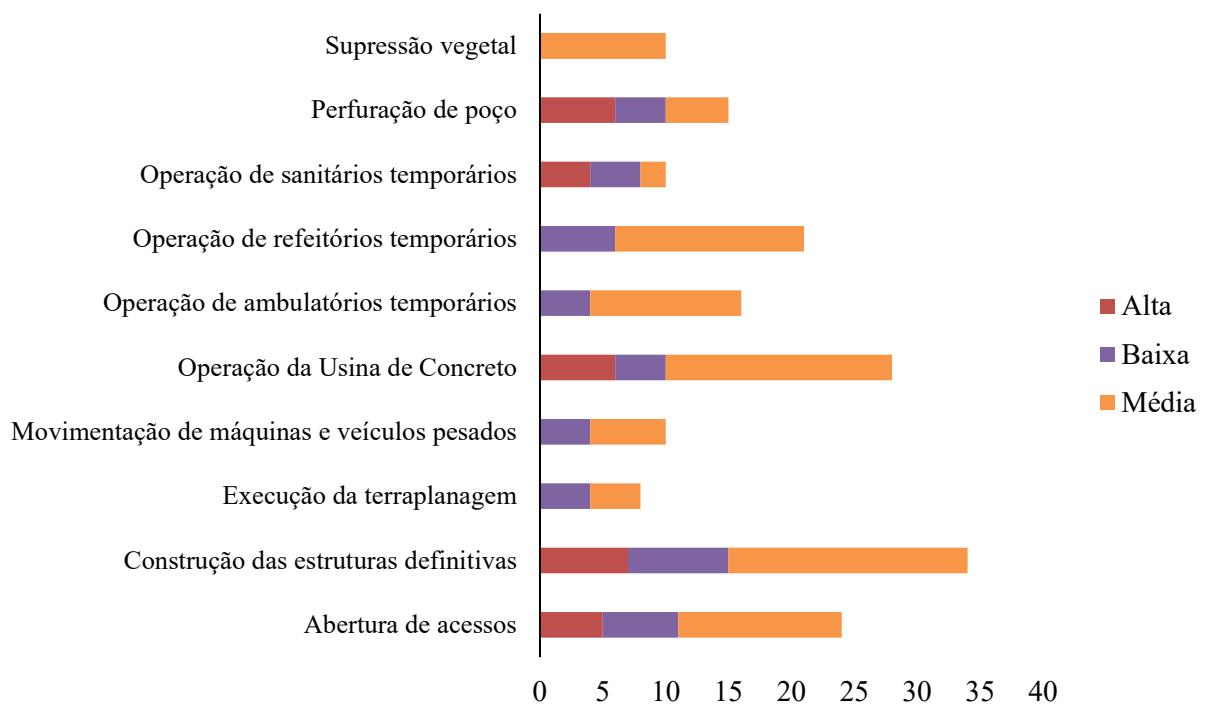
Ao analisar a relevância dos impactos provenientes das atividades da etapa de implantação da cervejaria (Figura 5.6), é possível observar que a maioria desses impactos foi classificada como tendo relevância média. Os impactos identificados como sendo de alta relevância, estão vinculados às atividades de perfuração de poço, operação da usina de concreto e construção das estruturas definitivas e abertura de acessos.

Essas atividades compartilham a característica de intervenção direta e permanente na região de implantação do empreendimento, que, neste caso específico, trata-se de uma Unidade de Conservação. A identificação desses impactos como sendo de alta relevância indica que eles têm o potencial de causar consequências significativas e duradouras para o ambiente. A perfuração de poços, por exemplo, pode afetar os aquíferos subterrâneos; a operação da usina de concreto envolve o manuseio de materiais e pode gerar emissões de poluentes atmosféricos;

por fim, a construção das estruturas definitivas e a abertura de acessos podem implicar na remoção da vegetação natural e alteração do habitat local.

Outro ponto relevante mencionado é a atuação dos sanitários temporários, que podem resultar em potenciais problemas ambientais, como a contaminação do solo e a alteração da qualidade do mesmo. Essas questões podem ter desdobramentos sobre a flora local, afetando a biodiversidade e o equilíbrio do ecossistema.

**Figura 5.6-** Relevância final dos impactos por fase de atividade – fase de implantação.



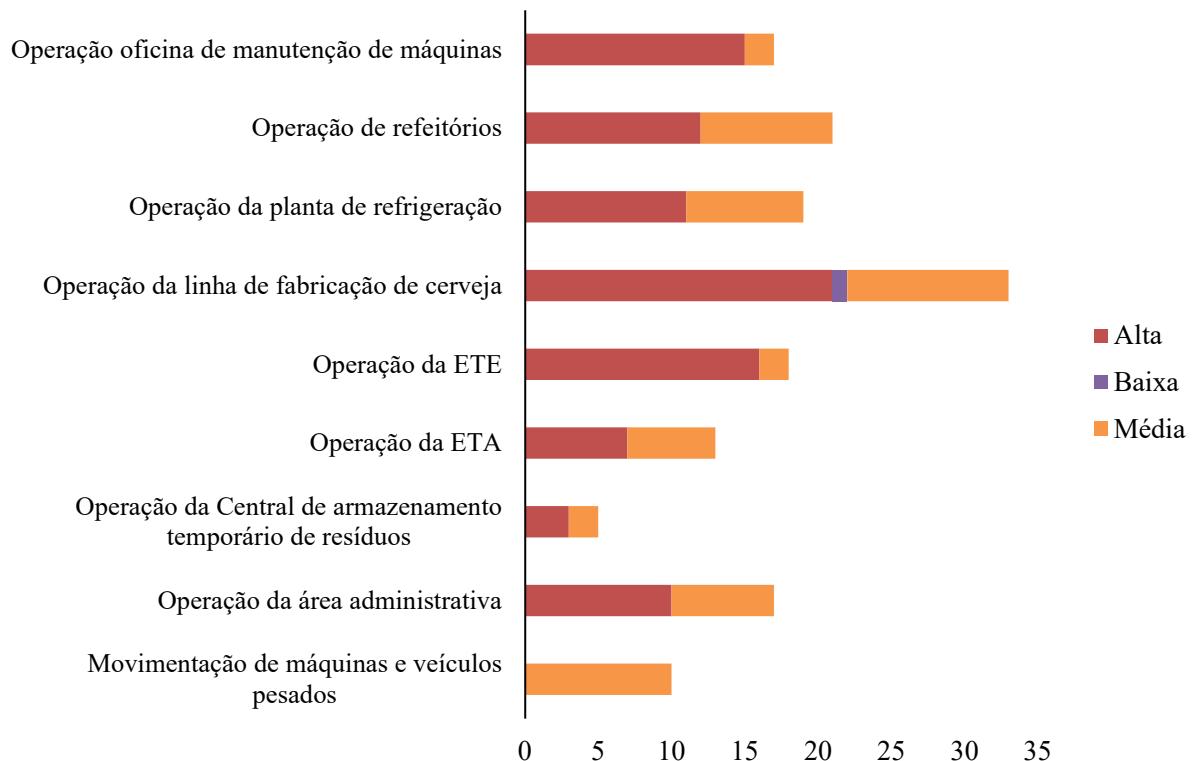
Fonte: A autora (2023).

Ao analisar a relevância dos impactos provenientes das atividades da etapa de operação da cervejaria (Figura 5.7), infere-se que uma grande porção desses impactos foi classificada como tendo relevância alta. Três atividades específicas se destacaram, apresentando o maior quantitativo de impactos de alta relevância: a operação da oficina de manutenção de máquinas, a operação da linha de fabricação de cerveja e a operação da Estação de Tratamento de Efluentes (ETE).

A operação da oficina de manutenção de máquinas pode estar associada a riscos ambientais, como vazamentos de óleo e geração de resíduos perigosos. A operação da linha de fabricação de cerveja está relacionada ao elevado consumo de água, geração de poluentes atmosféricos,

geração de resíduos sólidos e impactos sobre a fauna da região. Já a operação da Estação de Tratamento de Efluentes envolve o uso de substâncias químicas e a alteração da qualidade do corpo hídrico receptor do efluente.

**Figura 5.7- Relevância final dos impactos por fase de atividade – fase de operação.**



Fonte: A autora (2023).

A avaliação dos componentes ambientais afetados pelas atividades de implantação e operação do empreendimento, a partir dos dados resultantes da matriz de avaliação de impactos, indicam que 20,67% de efeitos sobre a qualidade de vida, 19,45% sobre a fauna, 18,24% sobre a água, 16,11% sobre a flora e 11,85% sobre o solo. Os componentes ar, economia, paisagem e patrimônio cultural e histórico apresentam um percentual de influência abaixo de 10%.

Durante a fase de operação do empreendimento em estudo, foram identificados componentes ambientais amplamente afetados, com uma alta relevância atribuída. Esses componentes incluem principalmente a água, a qualidade de vida e a flora.

**Figura 5.8-** Componentes ambientais afetados pela operação do empreendimento.



Fonte: A autora (2023).

Um dos aspectos-chave observados foi a influência significativa da fábrica de cerveja na demanda de água na região. Devido ao elevado volume de água necessário para o processo de produção, a fábrica de cerveja pode gerar uma ampliação na demanda hídrica da comunidade local. Isso levanta preocupações sobre a disponibilidade de água para o abastecimento público e os potenciais impactos negativos decorrentes dessa maior demanda.

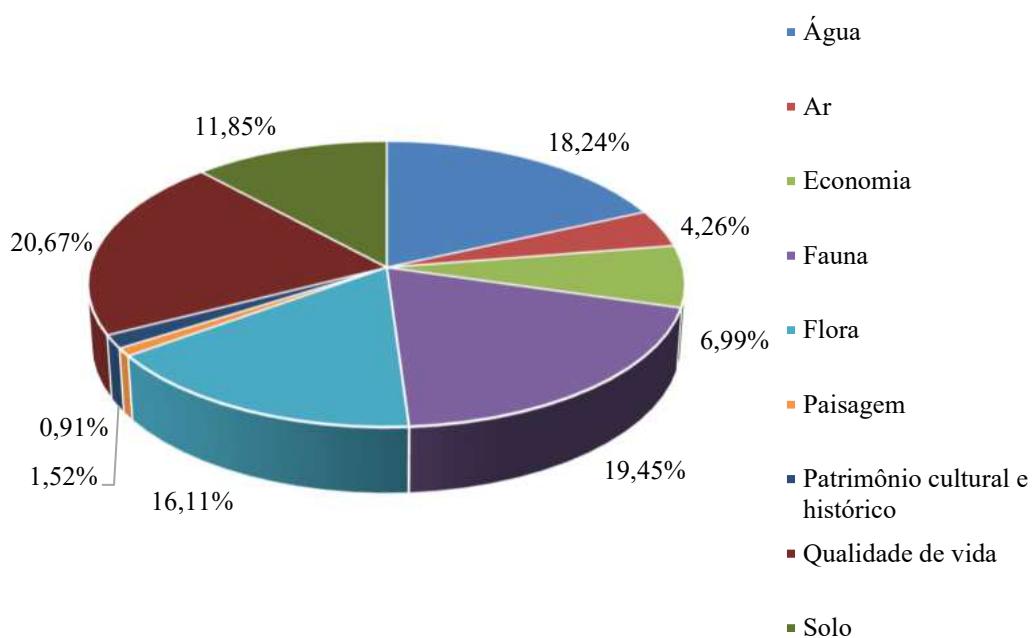
A relação entre a fábrica de cerveja e a demanda hídrica pode ser considerada como um fator crítico que contribui para a relevância alta atribuída à água como componente ambiental afetado. É importante ressaltar que essa demanda adicional pode sobrekarregar os recursos hídricos locais, especialmente em regiões onde a oferta de água já é limitada ou vulnerável.

Outro componente afetado que recebeu alta relevância foi a qualidade de vida. A presença da fábrica de cerveja pode ter impactos socioeconômicos e ambientais na comunidade, incluindo alterações na dinâmica social, no tráfego de veículos e no ruído gerado pela operação da fábrica. Esses fatores podem afetar negativamente a qualidade de vida dos moradores, comprometendo o bem-estar e o equilíbrio ambiental.

Além disso, a flora foi identificada como um componente ambiental significativamente afetado. A operação da fábrica de cerveja pode levar à necessidade de expansão das áreas destinadas à produção de matéria-prima, como plantações de cevada e lúpulo. Isso pode resultar em

desmatamento, perda de habitat e alterações nos ecossistemas locais, impactando negativamente a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos.

**Figura 5.9-** Percentual de componentes ambientais afetados



Fonte: A autora (2023).

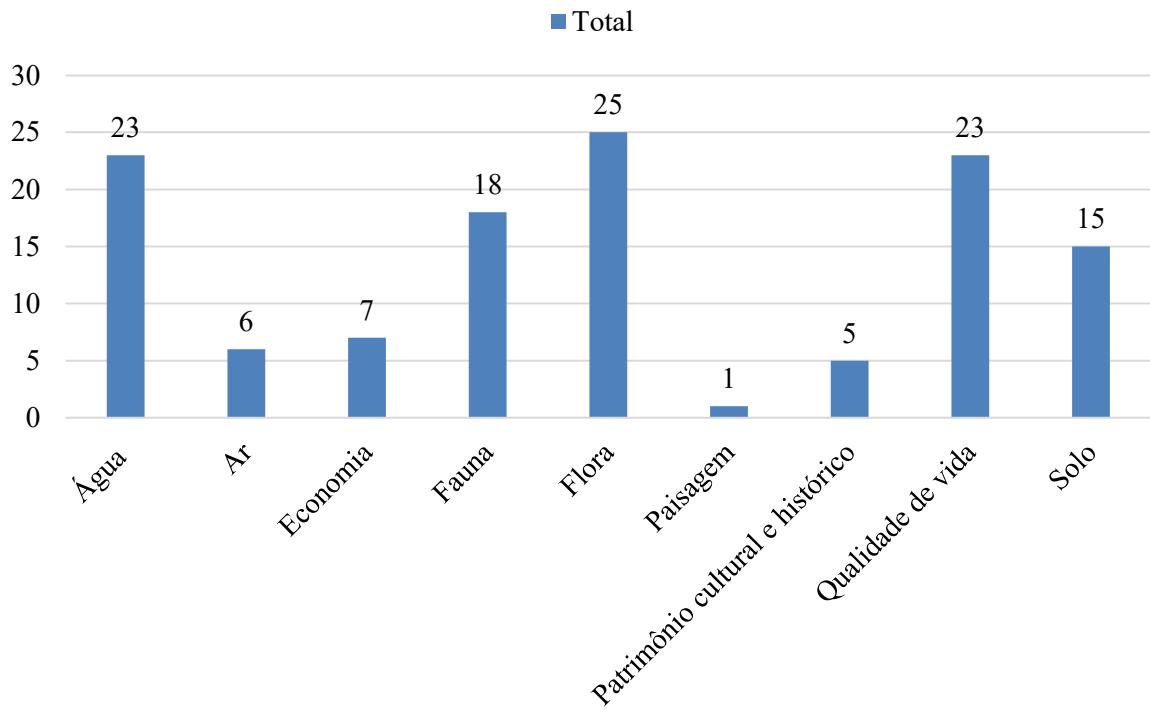
A Figura 5.9 avalia a distribuição dos componentes ambientais afetados pelas atividades de implantação e operação da cervejaria. Os resultados indicam que a qualidade de vida é o componente mais impactado, com um percentual de 20,67%. Isso sugere que as atividades da cervejaria podem ter consequências significativas, de natureza positiva e negativa, sobre as condições de vida da população local, possivelmente afetando aspectos como saúde e bem-estar social.

A flora também é afetada pelas atividades da cervejaria, com um percentual de 16,11%. Isso indica que a vegetação local, incluindo espécies nativas e ecossistemas associados, pode ser impactada pela intervenção realizada. A remoção de vegetação e a degradação do solo são alguns dos possíveis impactos sobre a flora.

Já os componentes ar, economia, paisagem e patrimônio cultural e histórico apresentam um percentual de influência abaixo de 10%. Isso sugere que, embora possam ocorrer impactos

nesses aspectos, eles são considerados menos relevantes em comparação com os outros componentes mencionados.

**Figura 5.10-** Componentes ambientais com impacto de alta relevância.



Fonte: A autora (2023).

Ao analisar os componentes ambientais afetados classificados como de alta relevância (Figura 5.10), pode-se observar que a água, a fauna, a flora, a qualidade de vida e o solo se destacam, apresentando um quantitativo acima da média em relação ao total de componentes nessa classe.

A água, por exemplo, pode ser afetada por meio do consumo de recursos hídricos, descarga de efluentes ou alterações nos corpos d'água próximos. Os ecossistemas aquáticos fornecem serviços de abastecimento de água doce, garantindo a disponibilidade de água potável para consumo humano, agricultura e indústria. Além disso, esses ecossistemas desempenham um papel crucial na regulação do ciclo hidrológico, recarga de aquíferos e manutenção do equilíbrio ecológico.

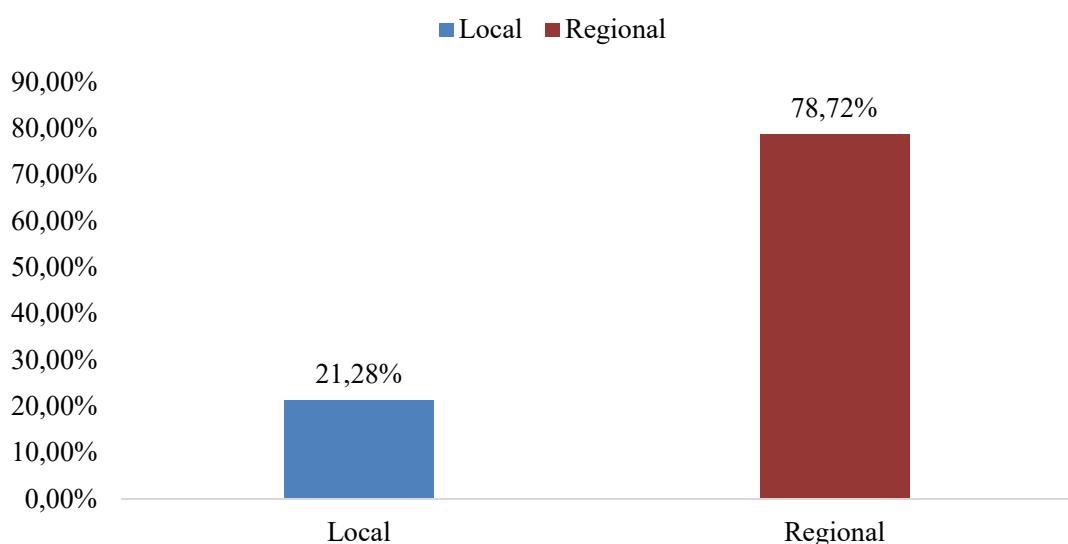
A fauna, por sua vez, pode sofrer com a fragmentação dos ecossistemas, interferência nas rotas migratórias ou perda de recursos alimentares. Os animais desempenham funções importantes

na cadeia alimentar, ajudando a controlar populações de pragas, colaborando para a dispersão de sementes e contribuindo para a regulação dos ecossistemas (CASSINI, 2005).

A flora também é afetada, podendo ocorrer a supressão da vegetação nativa para a construção de estruturas e aberturas de acesso. Isso pode levar à perda de biodiversidade, diminuição da cobertura vegetal e impactos nos ciclos naturais. Além disso, a flora é um importante componente para a regulação do clima, pois absorvem dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) atmosférico e liberam oxigênio. Além disso, a vegetação atua na conservação do solo, na manutenção da qualidade da água e na proteção contra erosão (GANEM, 2011).

Além disso, o solo pode ser comprometido devido à compactação, erosão, contaminação ou perda de fertilidade, resultando em danos à sua capacidade de sustentar a vegetação e os processos naturais. Os ecossistemas do solo fornecem serviços de fertilidade, permitindo o crescimento das plantas, a retenção de água e nutrientes, bem como a decomposição de matéria orgânica. O solo também atua na filtragem e purificação da água, contribuindo para a qualidade dos recursos hídricos (LIMA; DE LIMA; MELO, 2007).

**Figura 5.11-** Percentual de impactos ambientais negativos por abrangência.



Fonte: A autora (2023).

Quanto a abrangência dos impactos identificados, a figura abaixo indica que cerca de 79% dos impactos possuem efeitos regionais, enquanto 21% apresentam consequências apenas locais.

De maneira geral, é importante considerar que a intervenção do empreendimento em estudo ocasiona alteração em uma Unidade de Conservação (APA Carste Lagoa Santa). As unidades

de conservação desempenham um papel fundamental na provisão de serviços ecossistêmicos, que são essenciais para o bem-estar humano, a economia e a sustentabilidade ambiental. Um dos principais serviços ecossistêmicos fornecidos pelas Unidades de Conservação é a manutenção da biodiversidade, uma vez que abrigam uma grande variedade de espécies de plantas, animais e microorganismos. Além disso, de maneira geral, essas regiões são marcadas pelo potencial atuação de processos ecológicos, como a polinização, a dispersão de sementes, a ciclagem de nutrientes e o controle de pragas (CUNHA, 2014).

Outro serviço ecossistêmico fornecido pelas unidades de conservação é a proteção dos recursos hídricos. Essas áreas ajudam a preservar nascentes, rios, lagos e aquíferos, garantindo a disponibilidade de água de qualidade para abastecer as comunidades humanas e os ecossistemas adjacentes. A vegetação presente nas unidades de conservação atua como um filtro natural, retendo sedimentos e nutrientes e melhorando a qualidade da água (ASSIS; FARIA; BAYER, 2022).

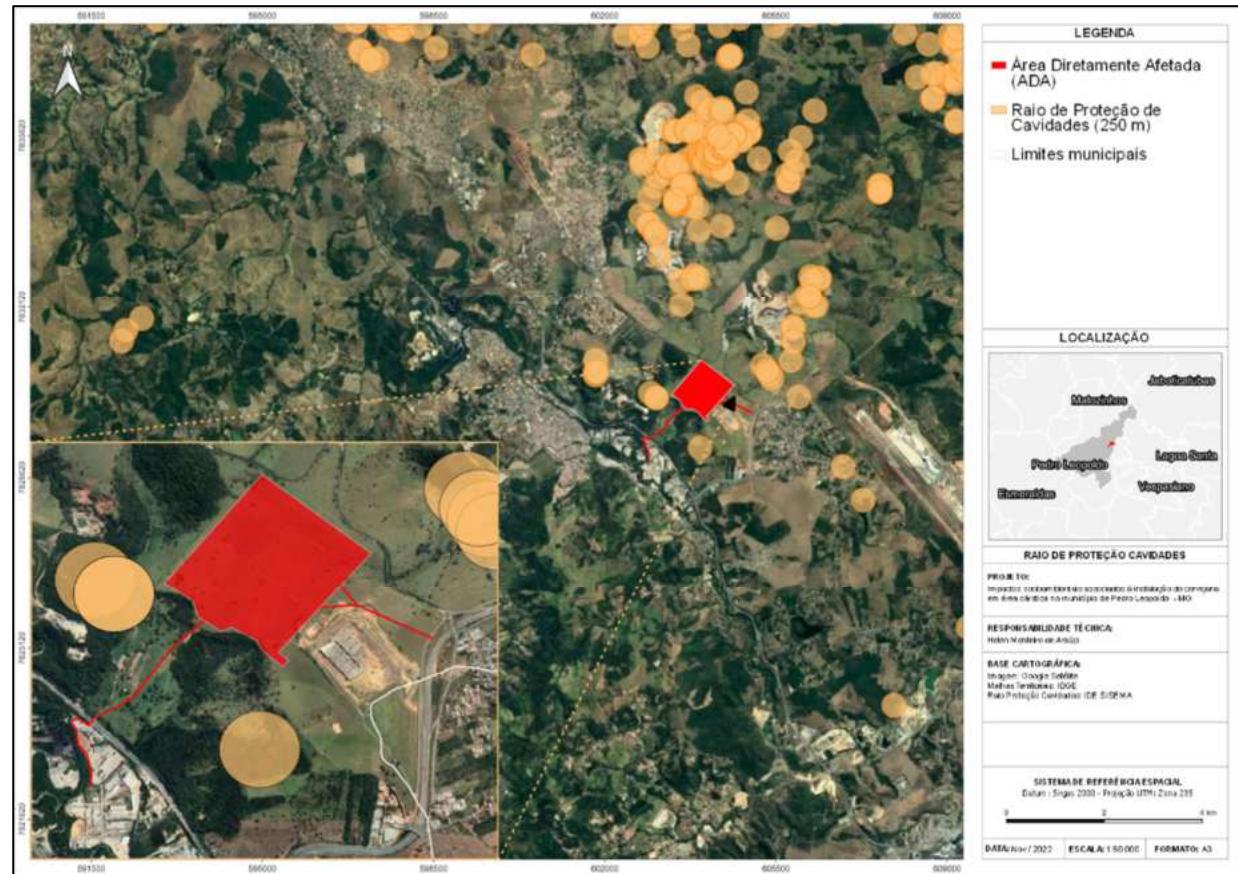
As Unidades de Conservação também desempenham um papel importante na mitigação das mudanças climáticas, uma vez que armazenam grandes quantidades de carbono, ajudando a reduzir as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera. Além disso, essas áreas também ajudam a regular o clima local (CUNHA, 2014). É crucial reconhecer o valor desses serviços para a tomada de decisão quanto a intervenção nesses ambientes.

#### ***5.1.4. Vulnerabilidades ambientais: identificação e avaliação de pontos críticos***

Diante das vulnerabilidades descritas nesse estudo de caso, foi realizado o levantamento dos principais aspectos e restrições ambientais presentes na base georreferenciada do IDE-SISEMA (Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos) do estado de Minas Gerais, considerando a área de localização do empreendimento. Assim, foram avaliados os seguintes itens:

- Localização em raio de proteção de cavidades;
- Localização em área de potencialidade de ocorrência de cavidades;
- Localização em área de Unidade de Conservação;
- Presença de sítios arqueológicos;
- Presença de fatores associados ao patrimônio histórico e cultural da região.

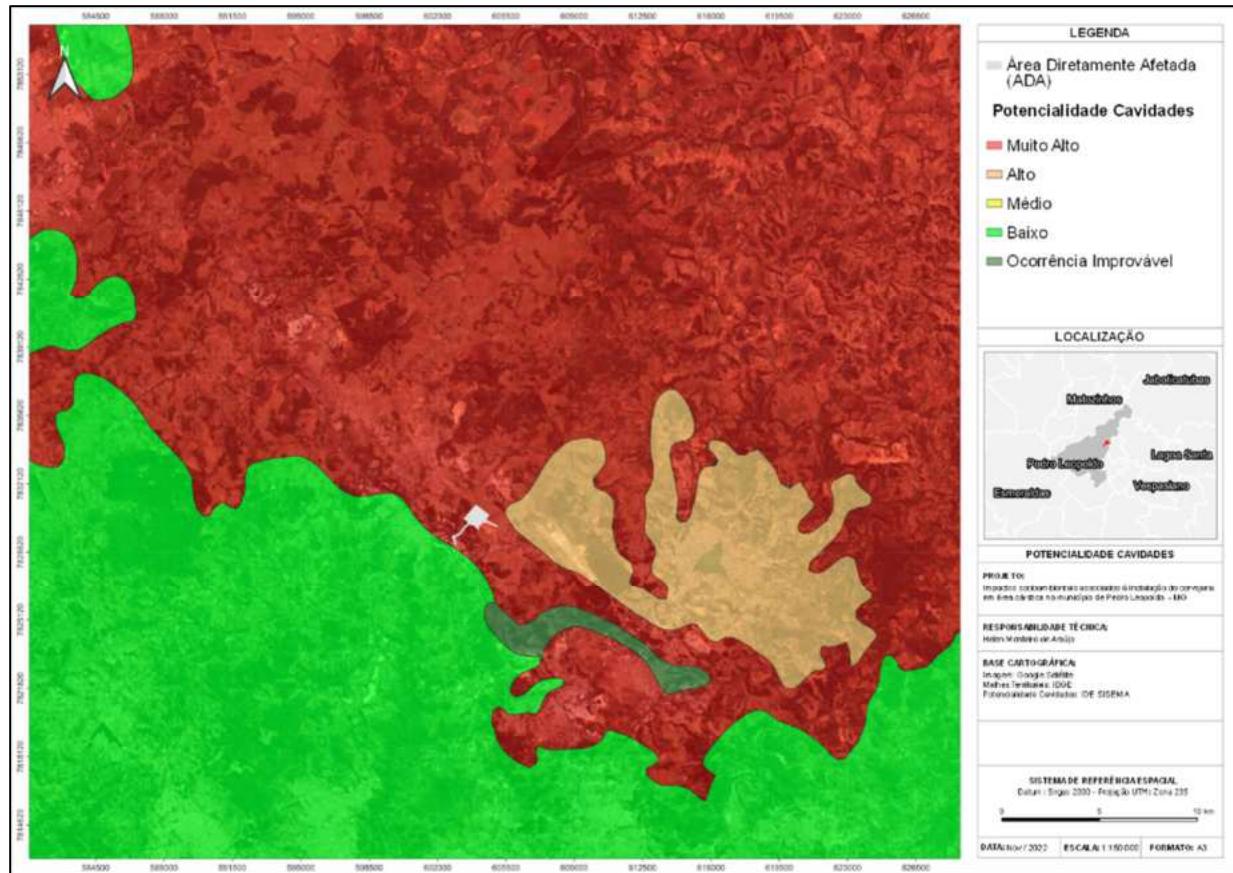
**Figura 5.12-** Avaliação da localização do empreendimento em relação ao raio de proteção de cavidades.



Fonte: A autora (2022).

Observa-se que o empreendimento se localiza fora do raio de proteção de cavidades de 250 metros. No entanto, devido à proximidade dos raios identificados, é possível afirmar que muitos estão presentes na Área de Influência da fábrica.

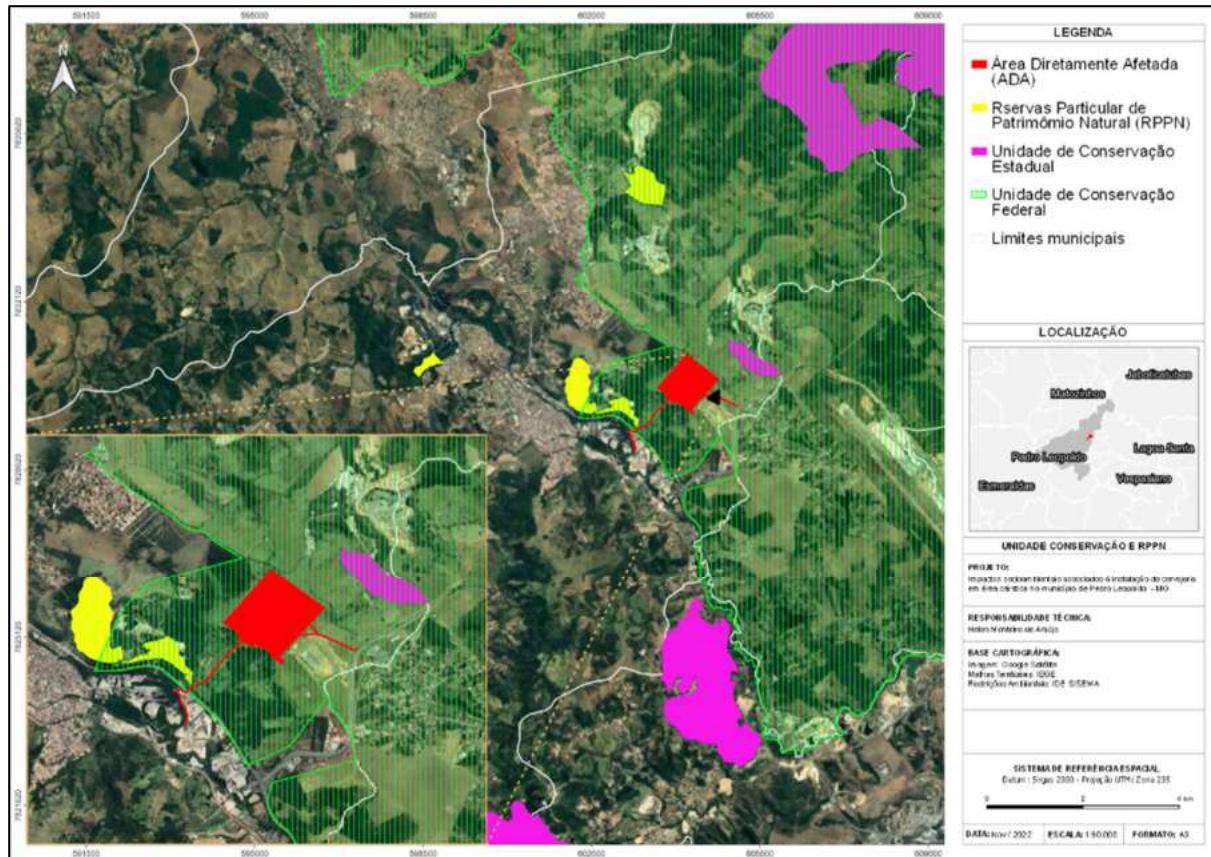
**Figura 5.13-** Avaliação da localização do empreendimento em relação a potencialidade de ocorrência de cavidades.



Fonte: A autora (2022).

De acordo com as bases georreferenciadas, observa-se que o empreendimento está localizado em região de potencialidade muito alta para a ocorrência de cavidades, fato considerado importante para avaliação dos possíveis impactos causados por atividades antrópicas na área.

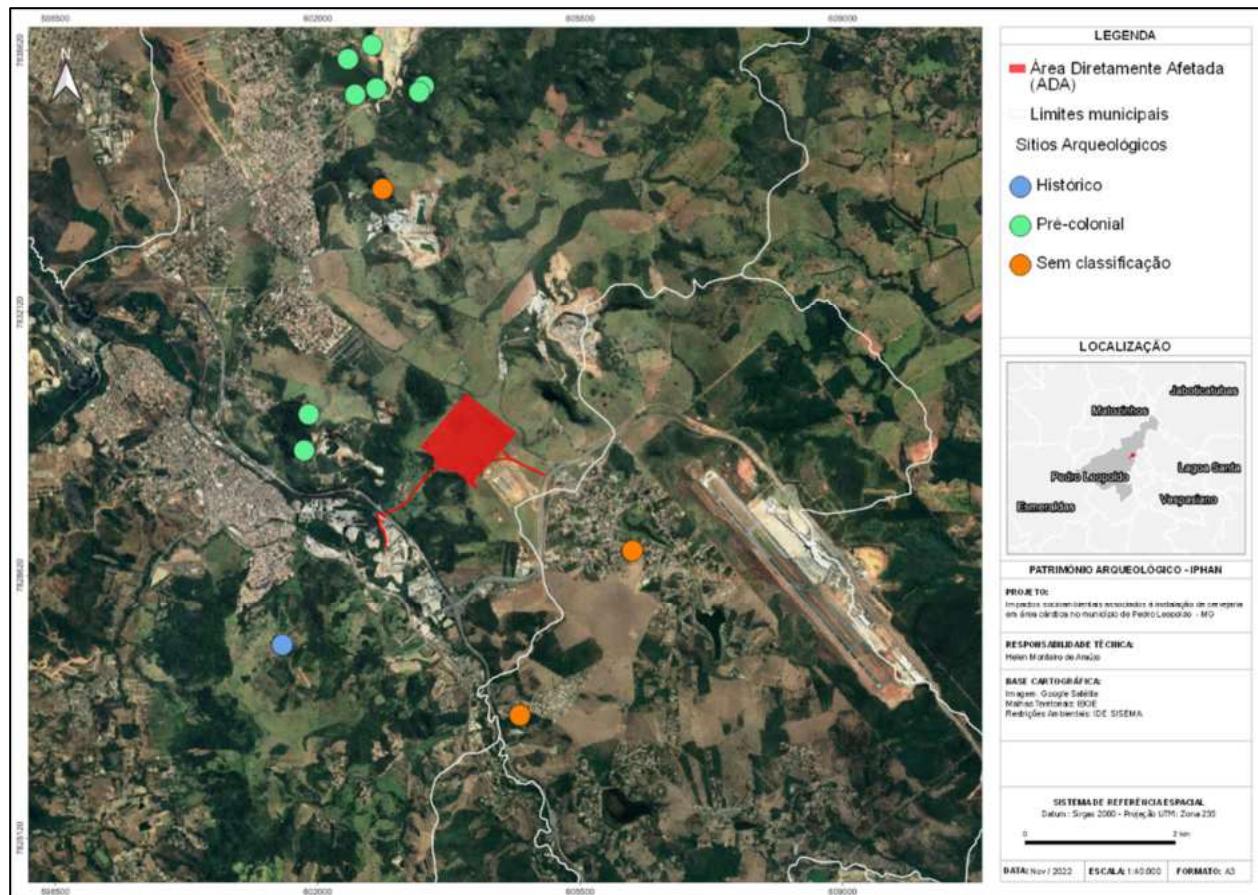
**Figura 5.14-** Avaliação da localização do empreendimento em relação às Unidades de Conservação.



Fonte: A autora (2022).

A ADA está localizada apenas na Unidade de Conservação Federal APA Carste de Lagoa Santa, como já discutido anteriormente. Observa-se, entretanto, a presença de Unidades de Conservação Estadual e Reservas de Patrimônio Natural (RPPN) na Área de Influência do empreendimento.

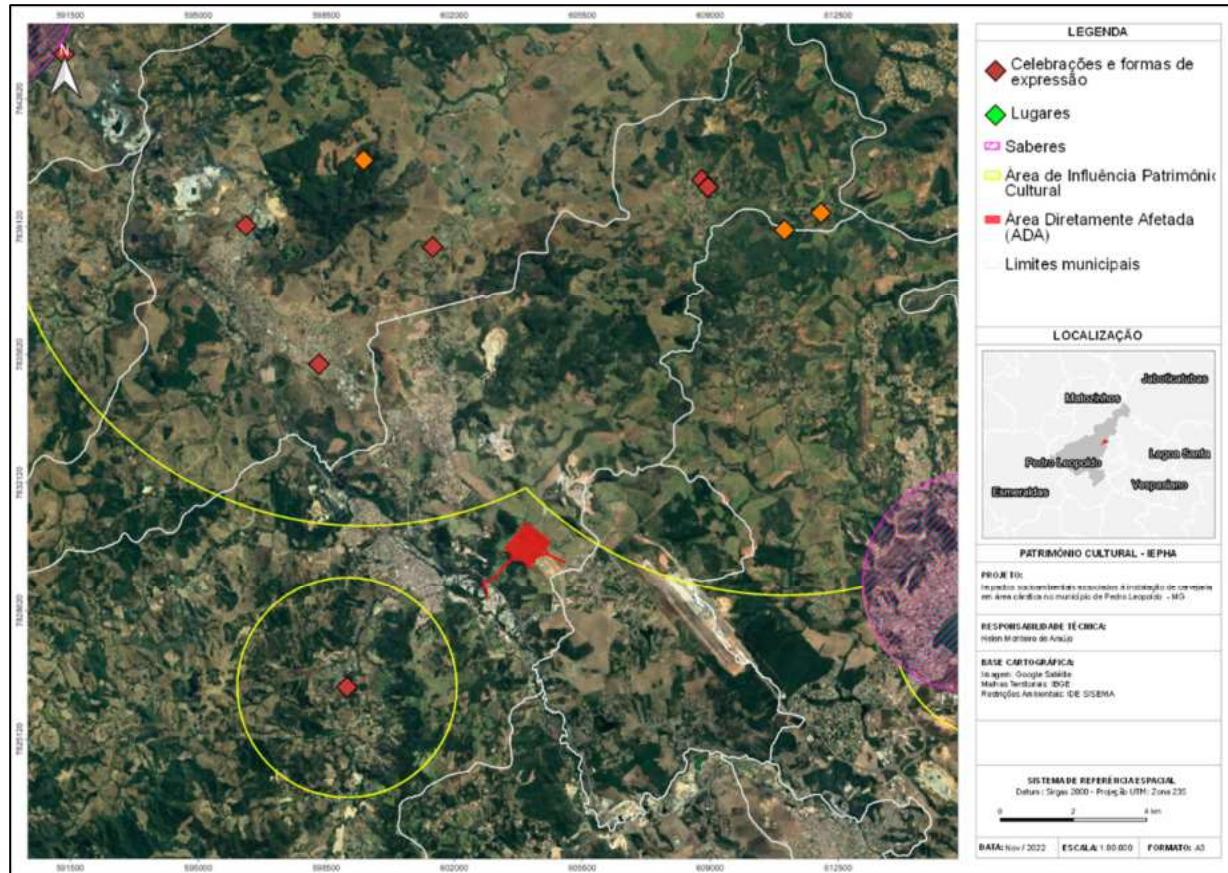
**Figura 5.15-** Avaliação da localização do empreendimento em relação à presença de patrimônio arqueológico.



Fonte: A autora (2022).

Ao analisar o mapa anterior, é importante destacar a elevada presença de sítios arqueológicos próximos ao empreendimento, com maior presença de sítios históricos e outros sem classificação definida.

**Figura 5.16-** Avaliação da localização do empreendimento em relação à presença de patrimônio cultural.



Fonte: A autora (2022).

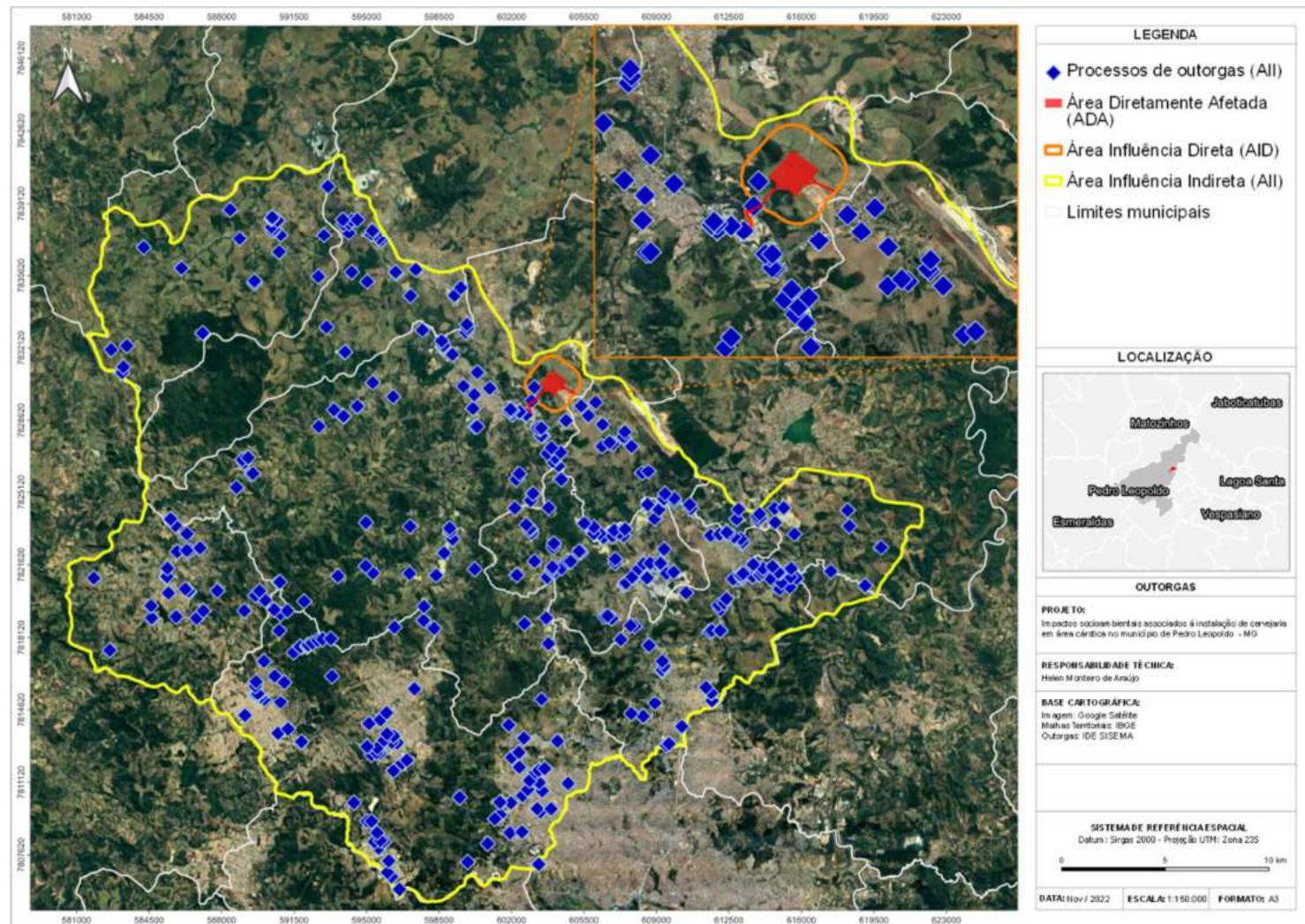
Com relação ao patrimônio cultural, nota-se que a ADA da fábrica está localizada fora dos limites de influência desse fator e, ainda, está distante dos locais que abrangem formas de expressão, lugares e saberes. Entretanto, é importante destacar que o limite de influência do patrimônio cultural está circunscrito na Área de Influência do empreendimento.

#### ***5.1.4.1 Identificação de riscos e impactos sobre o abastecimento de água***

Dentre as vulnerabilidades identificadas nesse estudo de caso, destaca-se a problemática relativa ao elevado volume de água outorgado pelo empreendimento. Considerando-se a solicitação de licença junto ao IGAM para captação de 310 m<sup>3</sup>/hora de água subterrânea para caldeira e produto, e 50 m<sup>3</sup>/hora de captação superficial de água abrandada (SEMAD, 2021). O volume captado do aquífero cárstico foi considerado por Cardoso e Camargos (2021) capaz de abastecer um município de aproximadamente 37 mil pessoas.

Com relação a probabilidade desse impacto, é importante também destacar que, hoje, já existem inúmeras outorgas concedidas na região em estudo, sejam elas para fins de abastecimento humano ou para fins industriais. Esse cenário torna a problemática ainda mais significante, já que poderia impactar de maneira mais abrangente a área e demais usos provenientes da captação de água desse aquífero. A Figura 5.17 apresenta os processos de outorgas atualmente presentes na AID e AII do empreendimento.

Figura 5.17- Processos de outorgas na AID e AII do empreendimento em estudo.



Fonte: A autora (2022).

Em pesquisa ao catálogo de metadados Atlas Águas, elaborado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e ao Sistema de Informações de Águas Subterrâneas – SIAGAS da CPRM, levantou-se as captações subterrâneas nos municípios pertencentes à área de influência do empreendimento em estudo (Pedro Leopoldo, Matozinhos, Vespasiano, Confins, Lagoa Santa), os quais fazem uso das águas do aquífero cárstico para abastecimento público. A Tabela 5.4, indica os resultados dessa pesquisa.

**Tabela 5.4** – Captação de água subterrânea nos municípios pertencentes à área de influência.

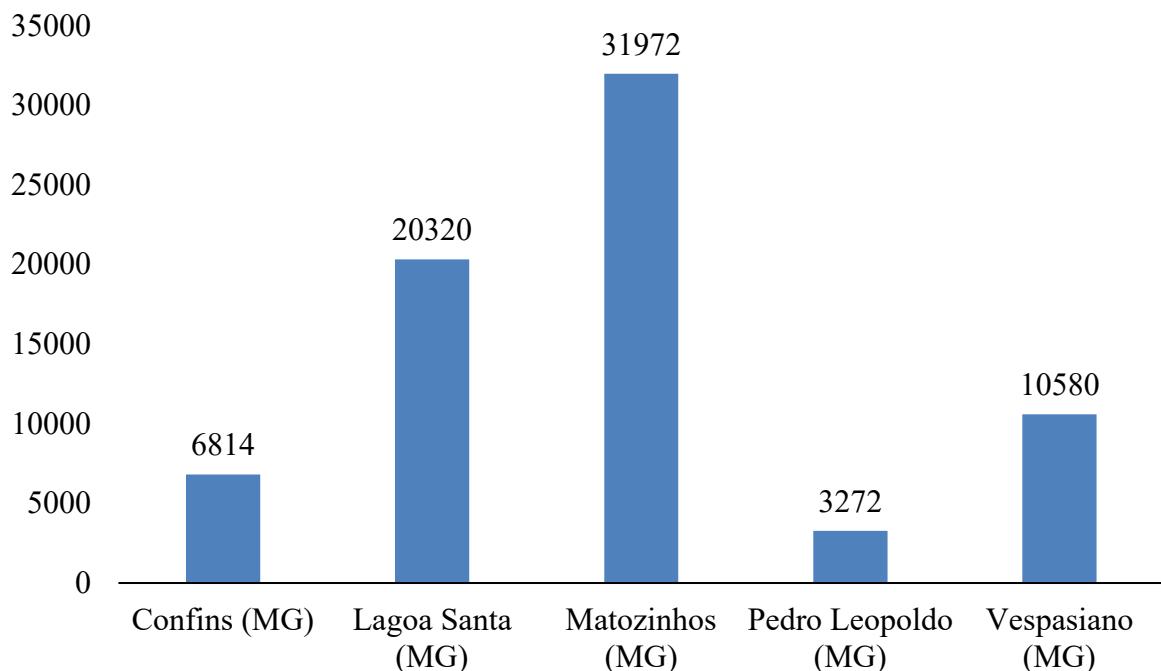
ID POÇO	CAPTAÇÃO (VAZÃO MÁX) m <sup>3</sup> /h	STATUS MANANCIAL	MUNICÍPIO	POPULAÇÃO ABASTECIDA
PC-01	90	Uso Permanente	Lagoa Santa (MG)	3.410
Poço Vila Maria	90	Uso Permanente	Lagoa Santa (MG)	1.879
Poço C-01	57,6	Uso Permanente	Pedro Leopoldo (MG)	1.636
Poço Várzea	90	Uso Permanente	Lagoa Santa (MG)	1.531
Poços São Paulo	41,4	Uso Permanente	Matozinhos (MG)	2.135
Lapinha PC-01	36	Uso Permanente	Lagoa Santa (MG)	1.002
Poços Sede	396	Uso Permanente	Matozinhos (MG)	27.702
Poço Sede C-03	216	Uso Permanente	Vespasiano (MG)	5.290
PC-01	72	Uso Permanente	Lagoa Santa (MG)	3.410
Sangradouro PC-03	21,6	Uso Permanente	Lagoa Santa (MG)	1.002
Poço Lagos dos Mares	137,52	Uso Permanente	Confins (MG)	3407
Poço Sede	25,2	Uso Permanente	Confins (MG)	3407
Poço Sede E-02	216	Uso Permanente	Vespasiano (MG)	5.290
PC -E01	100,8	Uso Permanente	Lagoa Santa (MG)	4.676
Poço E-01	21,6	Uso Permanente	Pedro Leopoldo (MG)	1.636
PC-01	90	Uso Permanente	Lagoa Santa (MG)	3.410
Poço Presidente	54	Uso Permanente	Matozinhos (MG)	2.135
<b>MÉDIA VAZÃO</b>	<b>103</b>	-	<b>MÉDIA POP</b>	<b>4.292</b>
<b>SOMA</b>	<b>1755,72</b>	-	<b>SOMA</b>	<b>72.958</b>

Fonte: Adaptado – ANA (2023).

Ao avaliar os dados acima, observa-se que dependência da população de Matozinhos em relação à água proveniente dos aquíferos subterrâneos é um fator relevante a ser considerado, especialmente levando em conta a vazão total destinada a esse município. Através dos dados fornecidos, podemos analisar a situação e discutir algumas questões importantes.

Primeiramente, é notável que Matozinhos apresenta o maior consolidado de atendimento da água subterrânea entre os municípios avaliados. Visto que segundo os dados do IBGE, a cidade apresentou em 2021 cerca de 38.469 habitantes, considera-se que cerca de 72% da população de Matozinhos é totalmente dependente desse recurso. Diante disso, é importante discutir com relação à segurança hídrica da região e a criticidade representa pela vulnerabilidade associada à escassez hídrica, a suscetibilidade a possíveis contaminações, reduções na vazão ou esgotamento dessas reservas.

**Figura 5.18-** População atendida pela captação de água subterrânea por município.



Fonte: A autora (2023).

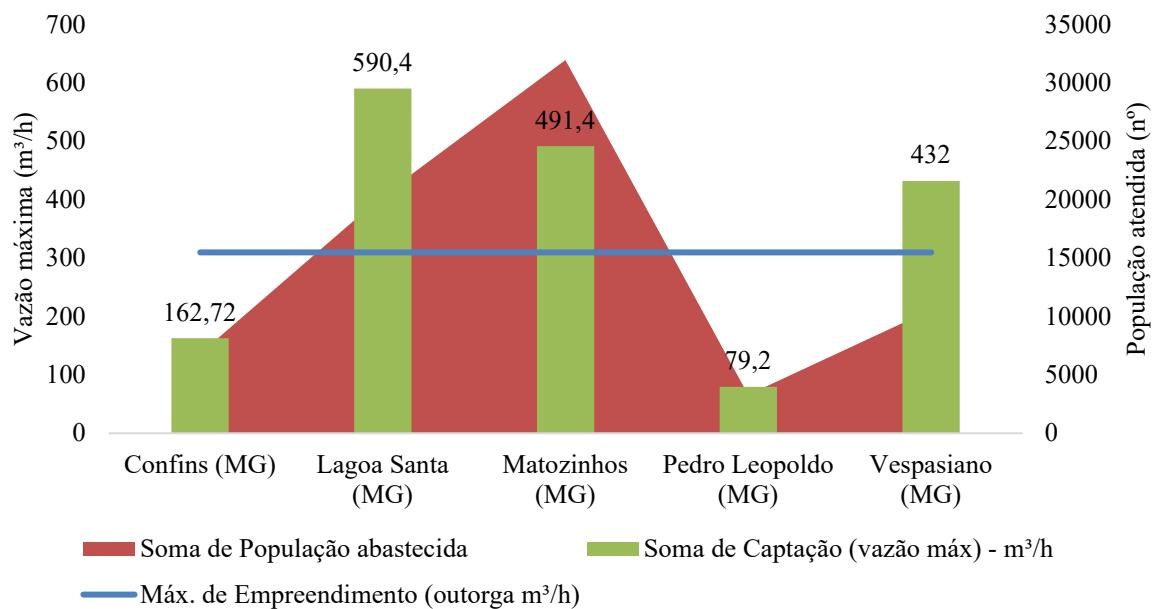
A análise da Figura 5.19 revela a comparação entre a vazão consumida pelos municípios e a vazão outorgada pelo empreendimento, considerando a população atendida pelos poços mencionados. É evidente que a vazão solicitada pela cervejaria excede o volume atualmente consumido pelos municípios de Pedro Leopoldo e Confins. Além disso, essa vazão corresponde à tendência de abastecimento de aproximadamente 15.000 pessoas.

Essa discrepância entre a vazão solicitada pela cervejaria e a demanda atual dos municípios levanta preocupações significativas em relação ao suprimento de água e ao equilíbrio hídrico da região. O fato de que a vazão solicitada ultrapassa o consumo atual indica a possibilidade de um aumento substancial na utilização dos recursos hídricos disponíveis.

Essa demanda adicional de água, pode resultar em uma pressão adicional sobre o aquífero subterrâneo e outras fontes de água existentes. A exploração excessiva dessas fontes pode levar à diminuição da disponibilidade hídrica, à redução do nível dos lençóis freáticos e à possibilidade de comprometer a sustentabilidade dos recursos hídricos a longo prazo, uma vez que é importante considerar a propensão ao aumento populacional de forma gradativa.

A análise dos quantitativos apresentados ressalta a importância dos estudos ambientais durante o processo de licenciamento de empresas que operam sobre tais vulnerabilidades. Os estudos de impacto ambiental e de disponibilidade hídrica são ferramentas fundamentais para avaliar os potenciais efeitos do empreendimento sobre o meio ambiente e o abastecimento de água das comunidades locais. Os estudos de disponibilidade hídrica são cruciais para avaliar se o empreendimento poderá suprir sua demanda de água sem comprometer o abastecimento das comunidades vizinhas. Essa avaliação deve considerar a capacidade de captação e recarga dos aquíferos, a disponibilidade de água em rios e outras fontes, bem como a sustentabilidade da exploração desses recursos, de acordo com a metodologia de captação e taxa de bombeamento.

**Figura 5.19-** Vazão máxima consumida pela comunidade atendida em cada município.

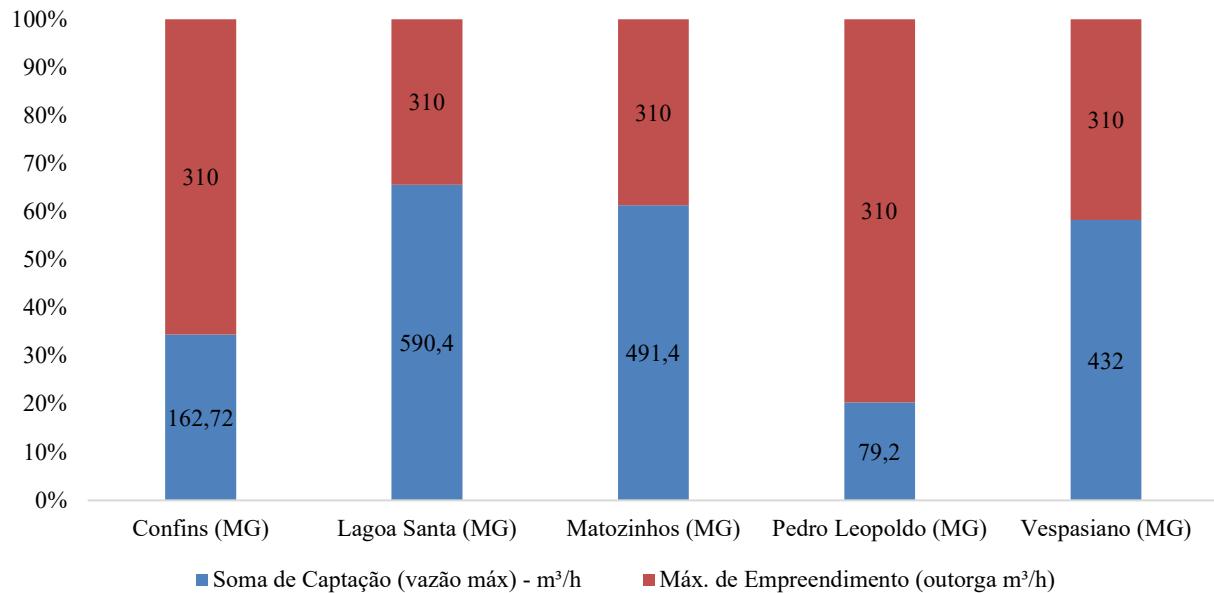


Fonte: A autora (2023).

Outro aspecto relevante para discussão é o percentual do volume outorgado em relação ao total consumido pelos municípios em termos de água subterrânea (Figura 5.20). Ao analisar a situação de Confins, constata-se que a cervejaria consumiria cerca de 65% do volume que atualmente abastece a população. Já em Pedro Leopoldo, esse número é ainda maior, com a

outorga solicitada pelo empreendimento correspondendo a quase 80% do volume atualmente captado pelo município.

**Figura 5.20-** Percentual de captação do empreendimento, comparada ao total extraído pelos municípios.



Fonte: A autora (2023).

O município de Pedro Leopoldo atualmente possui dois poços tubulares para captação de água subterrânea. O primeiro poço, concedido pela Portaria nº 03373/2010 de 22/12/2010 à Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA, tem uma vazão outorgada de 14,4 m<sup>3</sup>/h e opera por 16 horas diárias, sendo destinado ao abastecimento público. O segundo poço, autorizado pela Portaria nº 03374/2010 de 22/12/2010, tem uma vazão outorgada de até 55,8 m<sup>3</sup>/h, também operando por 16 horas diárias.

No entanto, considerando a solicitação de outorga do empreendimento em questão, é importante ressaltar que a requisição é de 310 m<sup>3</sup>/h com um bombeamento contínuo de 24 horas por dia. Ao comparar com a capacidade máxima de captação de 70,2 m<sup>3</sup>/h durante 16 horas diárias do município de Pedro Leopoldo, observa-se que esse índice corresponde a uma captação de volume de água subterrânea de 1.123,2 m<sup>3</sup>. A cervejaria, por sua vez, consumiria diariamente um volume equivalente a 7.440 m<sup>3</sup>, o que representa um aumento de mais de 600% na captação de água subterrânea no município.

Essa discrepância entre a capacidade atual de captação de água subterrânea do município e a demanda proposta pelo empreendimento levanta preocupações significativas em relação à sustentabilidade e ao equilíbrio do abastecimento de água na região. O aumento repentino e substancial no volume de captação de água subterrânea, como é o caso da cervejaria, pode ter impactos negativos no aquífero local e no ecossistema associado. Além disso, o consumo diário proposto pela cervejaria representa uma demanda considerável de água, o que pode sobrecarregar os recursos hídricos disponíveis e afetar a disponibilidade de água para outros setores, como o abastecimento público, a agricultura e o meio ambiente.

As considerações levantadas anteriormente acerca do aumento proposto na captação de água subterrânea em Pedro Leopoldo requerem uma análise mais abrangente, pois a problemática pode ser ainda mais complexa quando se leva em conta a presença de indústrias que já utilizam os recursos hídricos na região.

Ao adicionar o componente industrial à equação, é crucial considerar o volume adicional de água necessário para atender às demandas dessas empresas. O uso industrial da água muitas vezes envolve processos de alto consumo hídrico, tais como resfriamento de equipamentos, lavagem de produtos e produção de vapor.

Essa exploração industrial já existente somada ao alto volume demandado pela cervejaria na região acrescenta uma carga adicional aos aquíferos locais, intensificando a pressão sobre esses recursos. A demanda conjunta por água das indústrias e do abastecimento público pode resultar em um déficit hídrico significativo, com potenciais implicações negativas para a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos na área.

Além disso, um ponto importante a ser discutido é a metodologia de perfuração selecionada pelo empreendedor, que se trata da perfuração de poço tubular profundo por meio do método roto-pneumático. Esse sistema envolve o uso de uma sonda de perfuração equipada com um sistema de rotação e uma bomba de ar comprimido para remover os detritos da perfuração (GOMES; SIMÕES, 1980).

Ao analisar os aspectos ambientais relacionados a essa técnica, é necessário considerar os possíveis impactos negativos. Em primeiro lugar, é importante destacar que essa técnica pode gerar a contaminação do solo e da água, uma vez que a perfuração de poços profundos requer a manipulação de fluidos de perfuração, que podem conter substâncias químicas. Em segundo

lugar, essa técnica pode gerar ruído e vibrações significativas no solo, que podem afetar também a fauna local.

De maneira geral, é importante considerar também a existência de outros eventos associados à essa problemática, como ocorrido em 1986 em Sete Lagoas. De acordo com os estudos realizados por Schuch (2022), na região de Sete Lagoas a economia evoluiu com a chegada da Estrada de Ferro Central Brasil em 1872, impulsionando atividades industriais nos setores têxtil, laticínios e ferro-gusa. Isso levou a um rápido crescimento populacional. Nas décadas seguintes, a quantidade de poços tubulares era pequena. Na década de 1980, a indústria de ferro-gusa alcançou seu auge, resultando em expansão socioeconômica e aumento para 189 poços tubulares. Nessa época, ocorreram mudanças no aquífero na região central urbana, com o primeiro grande afundamento do solo em 1988, relacionado a áreas carstificadas.

Na década de 1990, a siderurgia declinou, abrindo espaço para novas atividades e aumentando a demanda por água. A exploração intensiva de 271 poços levou a mais afundamentos e secas de lagoas. Nos anos 2000, o polo industrial se consolidou, intensificando a demanda por água (369 poços) devido ao crescimento industrial e populacional, o que excedeu a recarga média do aquífero (SCHUCH, 2022).

Considerando a vinculação do membro Pedro Leopoldo a uma formação que já apresentou problemas de superexploração, como é o caso da Formação Sete Lagoas, é essencial que o processo de licenciamento de empreendimentos nessa região considere estudos ambientais abrangentes em relação ao fluxo subterrâneo. Isso inclui a avaliação da vazão demandada, a metodologia de perfuração adotada e a demanda hídrica em longo prazo.

É crucial que sejam realizadas análises detalhadas do sistema aquífero envolvido, considerando as características hidrogeológicas da região, a fim de compreender plenamente a dinâmica do fluxo subterrâneo e a capacidade de recarga do aquífero em questão. Além disso, é fundamental considerar a vazão demandada para garantir a manutenção de um equilíbrio adequado entre a disponibilidade de água subterrânea e as necessidades humanas e industriais. A demanda hídrica a longo prazo também deve ser cuidadosamente avaliada, considerando as projeções de crescimento populacional, desenvolvimento industrial e possíveis mudanças climáticas.

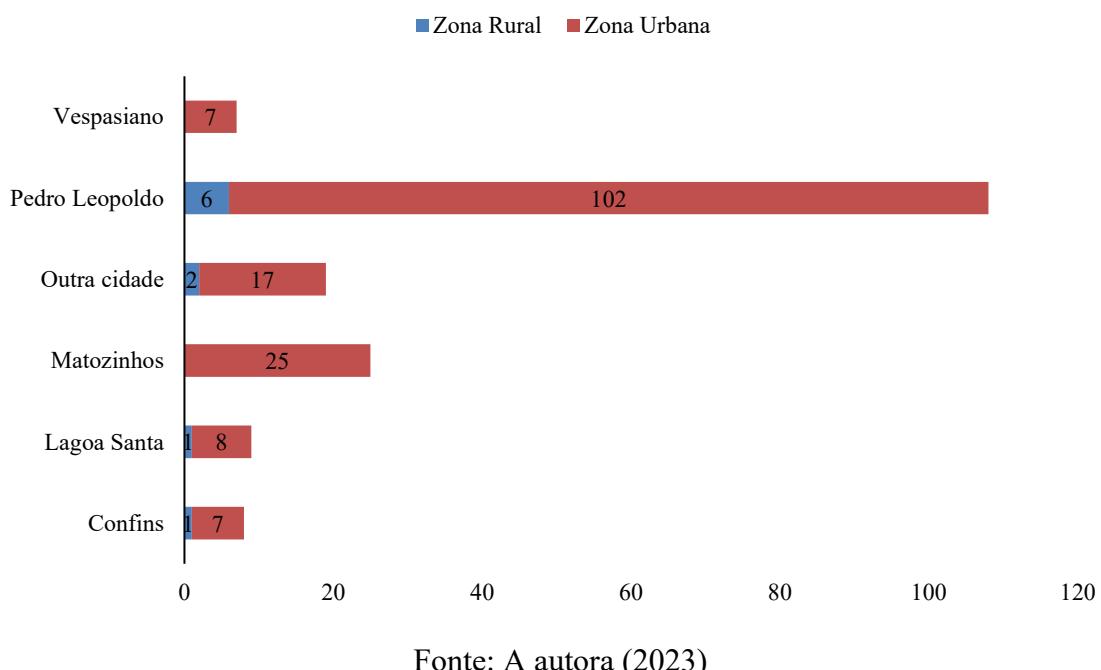
Ao avaliar o aspecto do processo ambiental dessa pesquisa, observa-se que o licenciamento ambiental muitas vezes não considera adequadamente os riscos geotécnicos associados à

exploração de água subterrânea, como a presença de áreas carstificadas que são propensas a afundamentos de solo. A falta de estudos geotécnicos específicos nessas áreas pode resultar em licenciamentos que não levam em conta os riscos associados e, consequentemente, não impõem intervenções e medidas de mitigação necessárias. Essas lacunas comprometem a sustentabilidade da gestão dos recursos hídricos subterrâneos e podem levar a impactos negativos tanto para o ambiente como para as comunidades que dependem dessas águas.

## 5.2. Análise do estudo de percepção ambiental

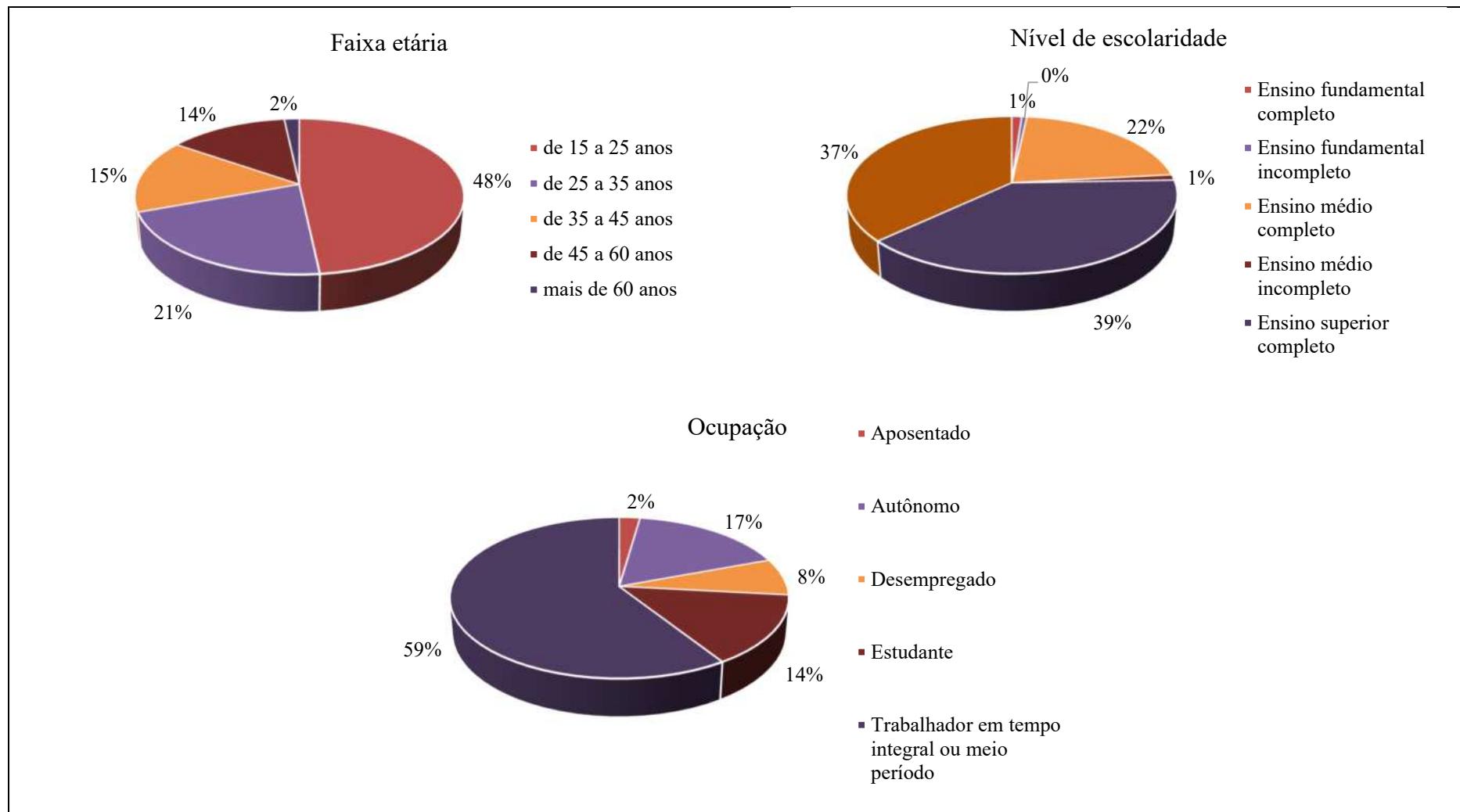
O questionário de percepção ambiental obteve um total de 176 participantes que residem nas cidades de Vespasiano (7), Pedro Leopoldo (108), Matozinhos (25), Lagoa Santa (9), Confins (8) e 19 pessoas moram em outra da região (Figura 5.21). A maior parte da população entrevistada está localizada em zona urbana.

**Figura 5.21 – Origem da população participante**



A Figura 5.22 indica o compilado dos resultados do levantamento socioeconômico para compreensão do perfil dos participantes da entrevista online.

**Figura 5.22- Perfil socioeconômico dos participantes.**

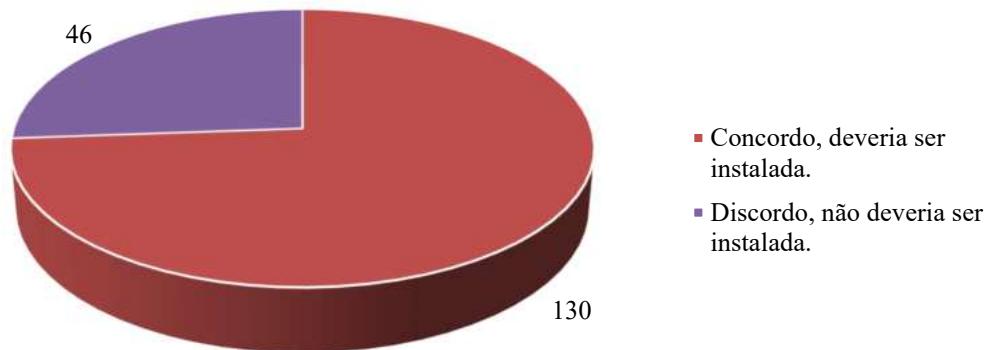


Fonte: A autora (2023).

A faixa etária mais representativa entre os participantes foi de 15 a 25 anos, com 48% do total e de 25 a 35 anos, com 21%, o que indica que a pesquisa atraiu principalmente jovens. Com relação ao nível de escolaridade, cerca de 39% possuem ensino superior completo, enquanto 37% têm o ensino médio incompleto e 22% apenas ensino médio completo. Os resultados referentes a ocupação indicam que a maior parte dos participantes são empregados, sendo que 59% são trabalhadores em tempo integral ou meio período e 17% são autônomos. Dos entrevistados, 14% são estudantes, 2% são aposentados e 8% se encontram desempregados.

Com relação à opinião dos participantes sobre a operação da cervejaria em Pedro Leopoldo, 130 pessoas responderam que concordam com a instalação do empreendimento e 46 pessoas discordam (Figura 5.23).

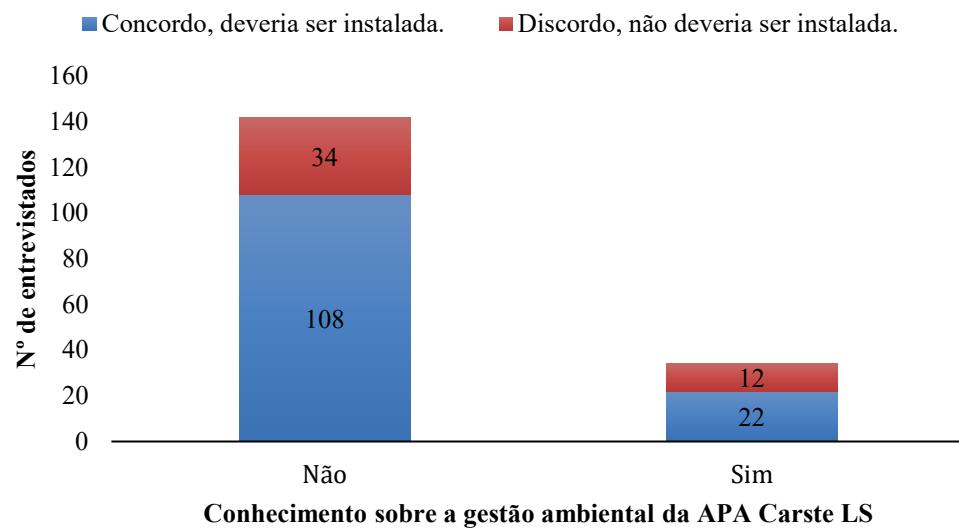
**Figura 5.23-** Opinião quanto à instalação da cervejaria



Fonte: A autora (2023).

Quando questionados sobre o conhecimento dos documentos e informações que regem a gestão ambiental da APA Carste Lagoa Santa, das 142 pessoas que dizem não conhecer esses estudos, 108 concordam com a instalação do empreendimento e 34 discordam. Além disso, 34 pessoas dizem ter conhecimento sobre a gestão ambiental da área e, entre elas, 22 pessoas concordam com a operação da cervejaria e 12 discordam (Figura 5.24).

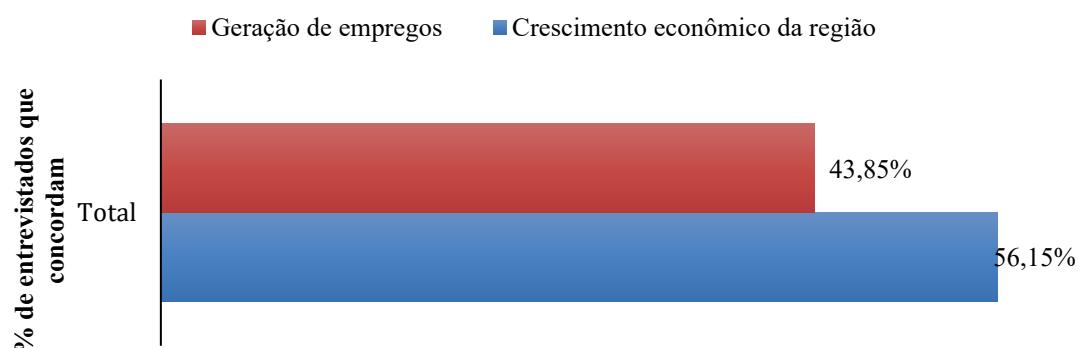
**Figura 5.24 -** Conhecimento sobre a gestão ambiental da APA Carste Lagoa Santa e opinião dos participantes quanto à instalação do empreendimento.



Fonte: A autora (2023).

Dos entrevistados que concordaram com a instalação da cervejaria, cerca de 56% admitem que o principal benefício do empreendimento para a região está associado ao crescimento econômico na região. Por sua vez, 44% acreditam que a geração de empregos representa o maior favorecimento (Figura 5.25).

**Figura 5.25-** Avaliação do principal benefício da cervejaria para os participantes que concordam.

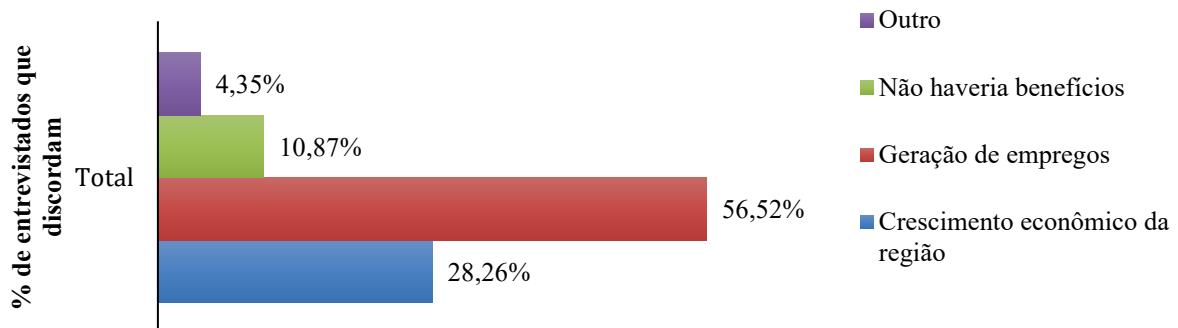


Fonte: A autora (2023).

Já os entrevistados que discordaram com a instalação da cervejaria, 56% admitem que o principal benefício do empreendimento para a região está associado à geração de empregos e 28% acreditam no crescimento econômico. Por sua vez, cerca de 11% acreditam não haver

benefícios sob o novo negócio e 4% impõem outros benefícios não contemplados nas seleções possíveis (Figura 5.26).

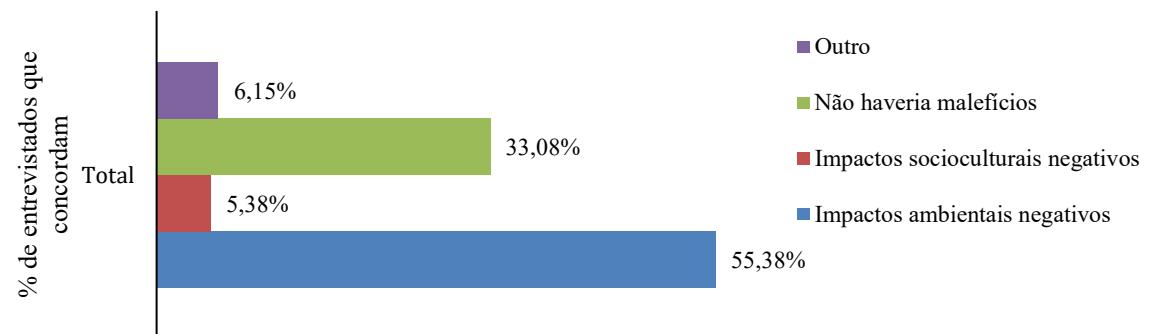
**Figura 5.26-** Avaliação do principal benefício da cervejaria para os participantes que discordam.



Fonte: A autora (2023).

Dos entrevistados que concordaram com a instalação da cervejaria, cerca de 55% admite que o principal malefício do empreendimento são os impactos ambientais de natureza negativa e 33% acreditam que não haveria nenhum malefício. 5% acreditam em prejuízos de cunho sociocultural e 6% acreditam em outros malefícios não contemplados nas opções de resposta do questionário (Figura 5.27).

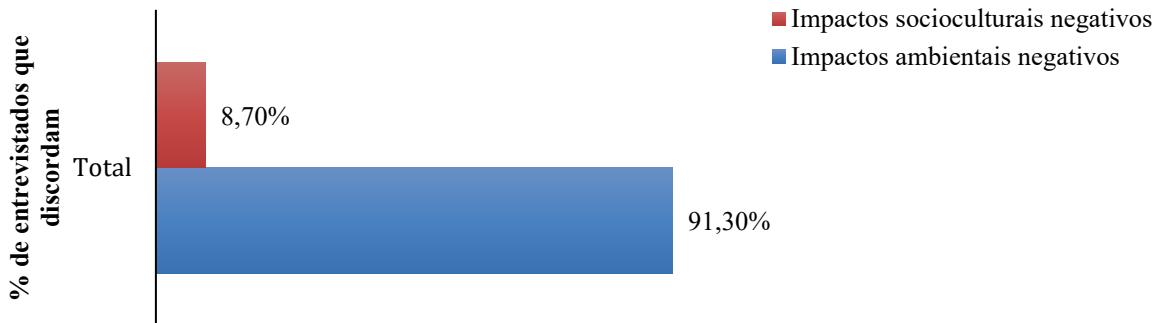
**Figura 5.27-** Avaliação do principal malefício da cervejaria para os participantes que concordam.



Fonte: A autora (2023).

Dos entrevistados que discordaram com a instalação da cervejaria, cerca de 91% respondeu que o principal malefício do empreendimento são os impactos ambientais de natureza negativa, e apenas 9% consideraram os impactos socioculturais como de maior significância (Figura 5.28).

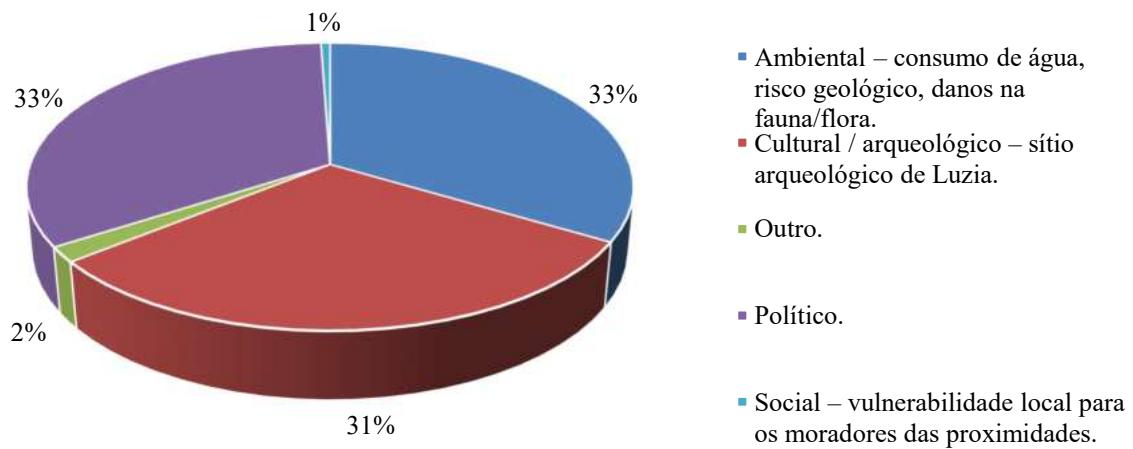
**Figura 5.28-** Avaliação do principal malefício da cervejaria para os participantes que discordam.



Fonte: A autora (2023).

Para a população entrevistada, houve uma distribuição de opiniões com relação ao fato que levou a desistência do empreendedor sobre a instalação da cervejaria em Pedro Leopoldo. 33% dos participantes acreditam que o motivo foi associado aos aspectos ambientais, 33% acreditam que há relação com aspectos políticos e 31% consideram o motivo de cunho arqueológico em decorrência da presença do sítio arqueológico de Luzia no local (Figura 5.29).

**Figura 5.29-** Opinião sobre a motivação que levou a desistência do empreendimento no local.

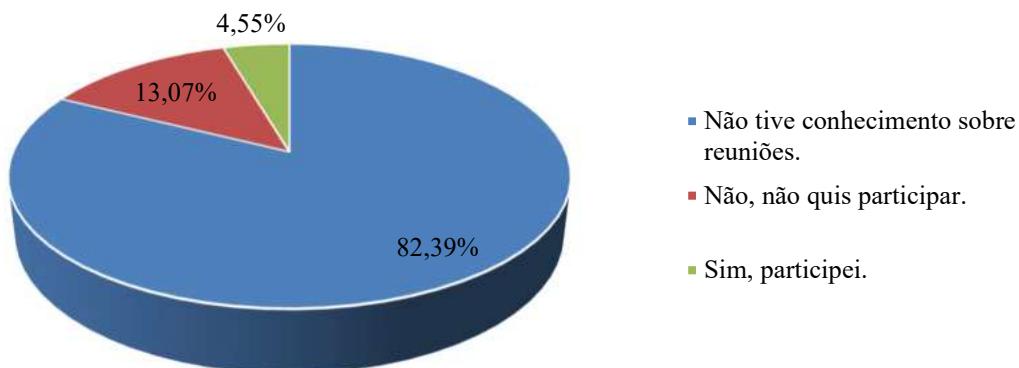


Fonte: A autora (2023).

Quando questionados sobre a participação nas reuniões públicas para debate e conhecimento sobre os aspectos que envolvem a instalação e operação do empreendimento na região, cerca de 82% dos entrevistados dizem não ter tido conhecimento sobre a realização dos encontros.

13% dizem ter tido conhecimento, porém optaram por não participar e apenas 4% participaram das reuniões (Figura 5.30).

**Figura 5.30-** Conhecimento com relação às reuniões públicas sobre o tema.



Fonte: A autora (2023)

De modo geral, pode-se compreender, por meio do grupo amostrado na pesquisa de percepção, que muitos moradores defenderam a vinda da cervejaria com base nos aspectos econômicos, principalmente na geração de empregos. A maioria dos participantes reconheceu que o desemprego é um problema significativo e que a chegada de um empreendimento poderia oferecer uma oportunidade crucial para a população local. No entanto, alguns participantes expressaram preocupações legítimas em relação à defesa embasada unicamente nos aspectos econômicos, minimizando outros fatores.

*“Os efeitos negativos seriam pequenos frente aos benefícios de crescimento econômico e visibilidade para a região.” (Depoimento A)*

*“Perdemos empregos. Quanto possíveis impactos ambientais medidas poderiam ser tomadas para amenizá-los (...).” (Depoimento B)*

Esse contexto pode estar atrelado à falta de informação pública sobre os aspectos que caracterizam a atuação do empreendimento na região da APA Carste Lagoa Santa, e seus desdobramentos. A informação adequada é fundamental para garantir que a população compreenda os potenciais impactos ambientais de um projeto, bem como as medidas de mitigação propostas. Sem acesso a informações precisas e abrangentes, as pessoas podem ser incapazes de avaliar adequadamente os riscos e benefícios associados a um projeto.

*“De fato, minha opinião como de muitos outros é baseada em achismo. Não soube onde obter mais informações a respeito e creio que a grande massa também não.” (Depoimento C)*

*“O que não ficou claro para a população é o real impacto no local. Sabe de cerveja usa muita água e qual água eles iriam usar? O boato foi que iriam usar o lençol freático e isso daria impacto na região. Onde iria tratar os resíduos? Não ficou claro também.” (Depoimento D)*

A falta de divulgação proativa de informações também é um problema significativo. Mesmo quando os dados estão disponíveis, muitas vezes eles não são divulgados de maneira ampla e compreensível. A população pode não estar ciente da existência dessas informações ou pode ter dificuldade em acessá-las devido à falta de canais de comunicação adequados.

*“Creio que houve tentativa de ação contrária à legislação por parte de autoridades, além do egoísmo e má conduta recorrente de donos de capital e seus “seguidores” ignorando o bom senso e tentando fazer prevalecer a sua vontade e sede de lucro em detrimento do bem coletivo. A instalação da fábrica seria claramente ilegal e prejudicial no local indicado. Penso que houve falha de comunicação e manipulação com relação à informações divulgadas, que escondiam fatos e tentavam angariar apoio à instalação da fábrica e promover um uso político da situação, ainda que a lei não permitisse o empreendimento de seguir adiante.” (Depoimento E)*

*“A população não tem informação suficiente para entender a magnitude dos impactos ambientais que a instalação traria. A falta de divulgação científica que circunda a APA Carste e os artefatos arqueológicos que foram encontrados na região de Fidalgo/Pedro Leopoldo é inaceitável. Os moradores não têm noção da importância da preservação ambiental e da história arqueológica local.” (Depoimento F)*

Além disso, é importante destacar que a transparência de informações e a realização de estudos ambientais aprofundados são elementos essenciais para fornecer fatos claros e objetivos à população sobre os impactos de um empreendimento na região.

Ao realizar estudos ambientais aprofundados, é possível avaliar os possíveis impactos do empreendimento em vários âmbitos, como recursos hídricos, qualidade do ar, biodiversidade, solo e paisagem. Mediante tais análises, há o fornecimento de uma visão abrangente dos riscos e benefícios associados ao projeto, permitindo uma tomada de decisão embasada em fatos e evidências científicas.

A divulgação transparente dos resultados dos estudos ambientais é fundamental para garantir que a população tenha acesso às informações de relevância. A disponibilidade desses dados permite que os cidadãos compreendam os potenciais impactos ambientais e sociais do empreendimento, bem como as medidas mitigadoras e de compensação propostas. Essa transparência também ajuda a evitar a disseminação de informações enganosas ou conflitantes, permitindo que os indivíduos formem opiniões seguras.

Além da transparência, a participação pública desempenha um papel crucial na análise dos impactos do empreendimento. É essencial proporcionar oportunidades para que os cidadãos expressem suas preocupações, façam perguntas e contribuam para o debate. A realização de audiências públicas, consultas e sessões informativas pode ajudar a envolver a comunidade e a promover um diálogo aberto e inclusivo. Porém, conforme evidenciado pela pesquisa de percepção ambiental, um número mínimo das pessoas entrevistadas teve conhecimento sobre as reuniões públicas realizadas sobre a cervejaria. Além disso, notou-se que há uma divergência de opiniões sobre o fato que levou à resistência da implantação e posterior desistência por parte do empreendedor sobre a operação da cervejaria em Pedro Leopoldo.

*“Na época que se foi discutido o permanecimento ou não da empresa no local eu fazia estágio na APA Carste de Lagoa Santa, e foi um embate muito forte do órgão ambiental com a sociedade, que gostaria da permanência da empresa por causa da geração de empregos, e questões políticas e econômicas que envolvem um empreendimento deste tamanho na cidade. Foram levadas em consideração diversos fatores socioambientais, portanto, devido ao alto consumo de água de uma empresa deste porte, e a incoerência com o plano de manejo da APA, inclusive a falta de estudos voltados para conservação local e alternativas que não sejam captação de água local, o parecer foi desfavorável à permanência da empresa, mesmo já estando sendo construída, sem consulta prévia ao órgão ambiental competente. Uma vez que uma empresa deste porte não se dá o trabalho de verificar nem qual órgão é o responsável pelo local, sabendo estar em uma APA, fica claro que foi uma jogada para tentar forçar o permanecimento da empresa no local e talvez uma jogada política para incentivar a empresa a vir para a localidade. Apesar dos benefícios, vivenciamos uma realidade onde pessoas que dependem da captação de poços de água na região estão reclamando que a água dos poços estão secando, mas não entendem o impacto que uma empresa desta traria para o local.”*

Ao examinar as notícias relacionadas à desistência da instalação da cervejaria no município de Pedro Leopoldo, é crucial ressaltar a falta de menção explícita às vulnerabilidades ambientais

e sociais associadas, as quais possuem um impacto sensível para os moradores (Figura 5.31). Observa-se que os veículos de comunicação enfatizam apenas o motivo arqueológico relacionado à descoberta do fóssil de Luzia. A falta de ênfase nos aspectos ambientais e sociais reflete o perigo das interpretações da comunidade e a subestimação dos elementos relevantes que deveriam ser considerados na tomada de decisão.

**Figura 5.31-** Noticiários sobre a desistência da instalação da cervejaria.

PRINCIPAIS INFORMATIVOS SOBRE O TEMA	
 O Popular	<p><a href="#"><b>Fábrica da Heineken é embargada por risco a sítio arqueológico de Luzia</b></a></p> <p>A fábrica estava sendo construída no município de Pedro Leopoldo, na Grande Belo Horizonte.</p> <p>16 de mar. de 2023</p>
 El País	<p><a href="#"><b>Heineken desiste de construir fábrica perto de sítio arqueológico em Minas Gerais</b></a></p> <p>A multinacional Heineken desistiu de construir uma fábrica de cervejas na cidade mineira de Pedro Leopoldo, a 25 quilômetros da capital Belo...</p> <p>13 de dez. de 2021</p>
 Notícias R7	<p><a href="#"><b>Heineken desiste de erguer fábrica perto de sítio arqueológico em MG</b></a></p> <p>Empresa diz que vai manter o projeto no estado, mas não na cidade de Pedro Leopoldo, na região metropolitana de Belo Horizonte.</p> <p>13 de dez. de 2021</p>
 G1	<p><a href="#"><b>Cervejaria desiste de construir fábrica em área próxima à descoberta de 'Luzia'</b></a></p> <p>A Heineken desistiu do empreendimento em Pedro Leopoldo, região onde fóssil humano mais antigo das Américas foi encontrado.</p> <p>13 de dez. de 2021</p>

Fonte: Adaptado – Google Notícias (2023).

A ausência de uma discussão mais abrangente acerca das vulnerabilidades ambientais e sociais evidencia a necessidade de uma abordagem mais sólida e abrangente na divulgação e na compreensão dos fatores que envolvem a desistência da instalação da cervejaria. É crucial que

o conhecimento técnico seja adequadamente comunicado, a fim de evitar distorções na percepção da comunidade e garantir que todos os aspectos relevantes sejam conhecidos e considerados pelos indivíduos.

A situação descrita levanta uma preocupação importante sobre a maneira como a informação é divulgada e interpretada pelo público em relação a questões ambientais e sociais. Essa fragilidade pode levar a uma visão distorcida da realidade e à subvalorização dos impactos reais que a instalação da cervejaria poderia ter na região.

No contexto do licenciamento do empreendimento em questão, surgiram discussões e especulações em relação à desistência do projeto. Dentre os noticiários e análises sobre o tema, acredita-se que essa decisão pode ter sido motivada por fatores de insegurança jurídica e comprometimento da imagem do empreendimento no mercado.

A insegurança jurídica pode ter desempenhado um papel relevante na desistência do empreendimento. O licenciamento ambiental é um processo complexo que envolve a avaliação e cumprimento de uma série de requisitos e regulamentações. Alterações nas leis e normas ambientais, bem como a interpretação divergente dessas leis, podem gerar incertezas e dificuldades para as empresas, impactando sua viabilidade econômica e operacional.

Além disso, a expansão das discussões públicas sobre a cervejaria e seus possíveis impactos na região de Pedro Leopoldo também pode ter influenciado na decisão de desistência. Questões socioambientais têm sido cada vez mais debatidas e acompanhadas de perto pela sociedade e pela mídia, afetando a reputação e a imagem das empresas. O aumento do escrutínio público pode expor a empresa a críticas e pressões, levando a preocupações quanto à aceitação e à sustentabilidade do empreendimento.

É importante ressaltar que as especulações sobre os motivos específicos da desistência do empreendimento são baseadas em análises e percepções do contexto atual. Para obter uma compreensão mais precisa dos fatores que levaram à desistência, é necessária uma investigação aprofundada e informações adicionais sobre as circunstâncias específicas do caso.

É crucial que informações técnicas e científicas sejam transmitidas de maneira clara e acessível. É necessário reconhecer que as questões ambientais e sociais estão intrinsecamente interligadas e devem ser consideradas de forma abrangente na tomada de decisão que afeta comunidades e

ecossistemas, já que minimizar os aspectos ambientais e sociais pode levar a consequências graves e duradouras.

### **5.3. Análise do processo de licenciamento**

O processo de licenciamento ambiental é um instrumento fundamental para garantir que os empreendimentos atuem de forma sustentável e minimizando seus impactos negativos sobre o meio ambiente. No entanto, uma análise crítica sobre o fato apresentado na presente pesquisa revela que esse processo pode apresentar fragilidades quando há falta de envolvimento de todos os órgãos competentes e quando os estudos ambientais não são abrangentes o suficiente para considerar as características específicas do local.

A participação de diferentes entidades é essencial para uma análise ampla e consolidada dos aspectos ambientais, sociais e econômicos relacionados ao empreendimento. Cada órgão tem sua expertise e responsabilidade na avaliação de diferentes aspectos, como recursos hídricos, fauna, flora, patrimônio cultural e saúde pública. A ausência de participação de algum órgão relevante pode levar a uma análise incompleta e a uma tomada de decisão inadequada.

Além disso, a fragilidade do processo de licenciamento também pode ser observada na qualidade dos estudos ambientais apresentados. Os estudos são fundamentais para compreender os impactos potenciais do empreendimento e subsidiar a tomada de decisões. No entanto, quando esses estudos são simplificados e não consideram adequadamente as características específicas do local, podem subestimar ou negligenciar impactos significativos.

A falta de uma análise aprofundada e abrangente pode resultar em uma avaliação inadequada dos riscos ambientais e na aprovação de empreendimentos que podem ter impactos negativos significativos sobre o meio ambiente e a comunidade local. Isso pode levar a problemas como degradação dos recursos naturais, poluição da água, perda de biodiversidade e comprometimento da qualidade de vida das pessoas afetadas.

Diante dessas fragilidades identificadas no processo de licenciamento, é importante que haja um aprimoramento na forma como os estudos são conduzidos, garantindo sua qualidade e abrangência, bem como a participação efetiva de todos os órgãos competentes. Além disso, é fundamental promover a transparência e a participação pública, permitindo que as comunidades afetadas tenham voz e participem ativamente do processo de tomada de decisão.

## 6. CONCLUSÃO

A instalação de empreendimentos, como a cervejaria mencionada, em áreas sensíveis, como a APA Carste Lagoa Santa, levanta questões complexas que precisam ser cuidadosamente avaliadas. A região em questão possui uma importância socioambiental e cultural significativa, com uma biodiversidade que sustenta a provisão de serviços ecossistêmicos essenciais para a comunidade local e áreas vizinhas. portanto, a tomada de decisões em relação a operações e atividades econômicas nesse contexto requer uma análise criteriosa dos potenciais impactos e tomada de decisão para preservar os recursos naturais e a qualidade de vida das pessoas.

Uma das grandes preocupações levantadas é a vulnerabilidade geológica da área. A presença de terrenos cársticos, caracterizados por formações geológicas permeáveis e suscetíveis a processos de dissolução e colapso, aumenta a necessidade de um detalhamento minucioso dos possíveis riscos associados à instalação de empreendimentos. Essa análise mais aprofundada é fundamental para garantir a segurança das estruturas e evitar danos ao meio ambiente e às comunidades locais.

Além disso, a falta de esclarecimento e compartilhamento de informações pertinentes aos moradores afetados diretamente e indiretamente pelas atividades do empreendimento é uma fragilidade a ser destaca. O conhecimento limitado aos aspectos econômicos nesse caso é evidente, onde não se foi abordado de forma adequada os impactos reais que poderiam ser causados a curto, médio e longo prazo, principalmente em relação ao uso da água subterrânea da região. A transparência e o diálogo aberto são fundamentais para construir uma base sólida de confiança entre a empresa e a comunidade, além de permitir a participação efetiva dos moradores na tomada de decisões que afetam seu meio ambiente e qualidade de vida.

Quanto ao abastecimento de água da população, embora a disponibilidade de água subterrânea seja elevada no município de Pedro Leopoldo, é necessário considerar a complexidade do fluxo hídrico cárstico. Diante do elevado volume de água requerido pelo empreendedor, o bombeamento excessivo e a possibilidade de contaminação do aquífero poderiam comprometer o abastecimento público de água. Portanto, é crucial que sejam realizados estudos aprofundados para compreender a dinâmica local e implementar medidas de gestão adequadas que garantam a disponibilidade de água de qualidade para as gerações presentes e futuras.

Diante de todo o histórico relacionado ao licenciamento ambiental da cervejaria em estudo, é possível identificar fragilidades no que diz respeito ao sistema de avaliação ambiental. A análise do processo produtivo do empreendimento, em conjunto com as vulnerabilidades do local de instalação, evidencia a necessidade de estudos mais abrangentes e uma análise dinâmica da situação. Além disso, durante os processos é fundamental o envolvimento de todos os órgãos ambientais cabíveis para uma análise abrangente e precisa, garantindo uma avaliação multidisciplinar. Os fatores ambientais são complexos e abrangem uma ampla gama de áreas, incluindo ecologia, geologia, hidrologia, química ambiental, entre outras, e cada órgão ambiental possui expertise e conhecimento específicos em sua área de atuação. Assim, essa abordagem mais aprofundada é fundamental para que o desenvolvimento econômico esteja alinhado com a sustentabilidade, garantindo a proteção dos recursos naturais e a promoção do bem-estar das comunidades locais.

Em resumo, a discussão em torno da instalação da cervejaria em Pedro Leopoldo destaca a importância de se considerar os impactos socioambientais, culturais e geológicos associados à região. É fundamental que haja transparência, diálogo e participação da comunidade local, bem como estudos detalhados sobre a dinâmica do ambiente, visando garantir a sustentabilidade e a preservação dos recursos naturais.

## 7. RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, recomenda-se que sejam conduzidos estudos mais aprofundados sobre a dinâmica hídrica da região de Pedro Leopoldo, levando em consideração as particularidades da área. Essa análise deve abranger aspectos como a disponibilidade, qualidade e fluxo da água subterrânea, considerando a complexidade do sistema hídrico carstico presente na região. Esses estudos mais detalhados permitirão uma compreensão mais precisa dos recursos hídricos e das possíveis alterações que podem ocorrer em decorrência das atividades humanas.

Além disso, é imprescindível investigar minuciosamente as metodologias de perfuração utilizadas na região e seus potenciais impactos. A perfuração de poços pode ter consequências significativas, incluindo a alteração do fluxo de água subterrânea, a intrusão de contaminantes e a modificação do equilíbrio hidrológico local.

Adicionalmente, recomenda-se a realização da valoração ambiental da região, já que essa metodologia representa uma ferramenta que permite avaliar o valor econômico, social e ambiental dos recursos naturais e dos serviços ecossistêmicos fornecidos pela área em questão. Isso inclui identificar e quantificar os benefícios que os ecossistemas locais proporcionam às comunidades circunvizinhas, como a regulação do clima, a purificação da água, a conservação da biodiversidade e a recreação. Com base nessas informações, é possível compreender de forma mais abrangente o real valor do local para as comunidades locais e tomar decisões mais informadas sobre seu uso e conservação.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas Água.** Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), 2023. Disponível em: <<https://www.snirh.gov.br/>>. Acesso em: 21 de maio de 2023.

ALARCÃO, J. E.T. O que são áreas cársticas. **Geospéleo Projetos e Estudos Espeleológicos.** 2019. Disponível em: <<https://carsteespeleo.com.br/artigos/o-que-sao-areas-carsticas/6.html>>. Acesso em: 20 de setembro de 2022.

ASSIS, Pâmela Camila; FARIA, Karla Maria Silva de; BAYER, Maximiliano. Unidades de Conservação e sua efetividade na proteção dos recursos hídricos na Bacia do Rio Araguaia. **Sociedade & Natureza**, v. 34, 2022.

BARBOSA, C. S. **Gestão da paisagem cultural: desafios e perspectivas diante do processo de metropolização na APA Carste de Lagoa Santa/MG.** 2021. 292 f. Tese (Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/38900>>. Acesso em: 10 de outubro de 2022.

BARBOSA, C.S. A Área de Proteção Ambiental–APA Carste de Lagoa Santa e a formação da primeira aerotrópolis brasileira: desafios para proteção do patrimônio cultural. **Patrimônio e Memória**, v. 17, n. 1, p. 430-451, 2021. Disponível em: <<https://pem.assis.unesp.br/index.php/pem/article/view/1259>>. Acesso em: 10 de outubro de 2022.

BARBOSA, C.S.; DE CARVALHO, N. L.; RENA, N. S. A. Vulnerabilidade socioambiental e planejamento urbano: rastreamentos no Carste de Lagoa Santa/MG. **Indisciplinar**, v. 6, n. 1, p. 140-165, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/indisciplinar/article/view/26325>>. Acesso em: 10 de outubro de 2022.

BATISTA, I. S. Avaliação de impactos ambientais. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 7188-7199, 2017.

BRASIL. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Instrução Normativa nº 001, de 25 de março de 2015.** Estabelece procedimentos administrativos a serem observados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional nos processos de licenciamento ambiental dos quais participe. Gabinete da Presidência, Brasília, 2015. Disponível em: <[http://portal.iphan.gov.br/uploads/legislacao/INSTRUCAO\\_NORMATIVA\\_001\\_DE\\_25\\_DE\\_MARCO\\_DE\\_2015.pdf](http://portal.iphan.gov.br/uploads/legislacao/INSTRUCAO_NORMATIVA_001_DE_25_DE_MARCO_DE_2015.pdf)>. Acesso em: 18 de novembro de 2022.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 de março de 1985. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8902>>. Acesso em: 17 de setembro de 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.** Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, 2000. Disponível: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm)>. Acesso em: 18 de outubro de 2022.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)>. Acesso em: 15 de novembro de 2022.

CARDOSO, J.; CAMARGOS, D. MP identifica violações no licenciamento de fábrica da Heineken que ameaça sítio arqueológico. **Repórter Brasil**, São Paulo, 30 de setembro de 2021. Disponível em: <<https://reporterbrasil.org.br/2021/09/mp-identifica-violacoes-no-licenciamento-de-fabrica-da-heineken-que-ameaca-sitio-ardeologico/>>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

CASSINI, S. T. **Ecologia: Conceitos Fundamentais.** Universidade Federal Do Espírito Santo – UFES. Vitória, 2005. Disponível em: <[http://www.inf.ufes.br/~neyval/Gestao\\_ambiental/Tecnologias\\_Ambientais2005/Ecologia/CONC\\_BASICOS\\_ECOLOGIA\\_V1.pdf](http://www.inf.ufes.br/~neyval/Gestao_ambiental/Tecnologias_Ambientais2005/Ecologia/CONC_BASICOS_ECOLOGIA_V1.pdf)>. Acesso em: 02 de julho de 2023.

CAVALCANTI, R. F. R.; SILVA, J. E.; FONTGALLAND, I. L. Water costs in beer production: A comparative economic analysis. Research, **Society and Development**, v. 10, n. 2, 2021. Disponível em: < <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/12765>>. Acesso em: 20 de setembro de 2022.

COSTA, M. Justiça concede liminar para Heineken retomar obras em Pedro Leopoldo. **Estado de Minas**, Belo Horizonte, 07 de outubro de 2021. Disponível em: < [https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2021/10/07/internas\\_economia,1312144/justica-concede-liminar-para-heineken-retomar-obra-em-pedro-leopoldo.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2021/10/07/internas_economia,1312144/justica-concede-liminar-para-heineken-retomar-obra-em-pedro-leopoldo.shtml)>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Gestão Ambiental - APA Carste Lagoa Santa. **Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal**: Brasília, 1998. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/gestao\\_territorial/apacarste](http://www.cprm.gov.br/publique/media/gestao_territorial/apacarste)>. Acesso em: 15 de novembro de 2022.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Meio Físico - APA Carste Lagoa Santa. **Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal**: Brasília, 1998. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/gestao\\_territorial/apacarste](http://www.cprm.gov.br/publique/media/gestao_territorial/apacarste)>. Acesso em: 16 de novembro de 2022.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS)**. CPRM, 2023. Disponível em: < <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>>. Acesso em: 06 de junho de 2023.

CREMONEZ, F.E. Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil. **Revista Monografias Ambientais**, p. 3821-3830, 2014. Disponível em: < <https://periodicos.ufsm.br/index.php/remoa/article/view/14689>>. Acesso em: 02 de junho de 2023.

CUNHA, A. S.; LEITE, E. B. Percepção ambiental: implicações para a educação ambiental. **Sinapse Ambiental**, p. 66-79, 2009. Disponível em:< [http://www1.pucminas.br/graduacao/cursos/arquivos/ARE\\_ARQ\\_REVIS\\_ELETR20090930145741.pdf](http://www1.pucminas.br/graduacao/cursos/arquivos/ARE_ARQ_REVIS_ELETR20090930145741.pdf)>. Acesso em: 11 de novembro de 2022.

CUNHA, F. A. C. Unidades de conservação como fornecedoras de serviços ambientais. 2014. **Dissertação de Mestrado.** Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/12392>>. Acesso em: 12 de novembro de 2022.

DE MORAES, C. D.; D'AQUINO, C. A. Avaliação de impacto ambiental: uma revisão da literatura sobre as principais metodologias. *In: 5º Simpósio de Integração Científica e Tecnológica do Sul Catarinense – SICT-Sul.* Santa Catarina, 2016. **Anais....** Santa Catarina: SICT, 2016. Disponível em: <<https://labhidrogeo.paginas.ufsc.br/files/2016/08/AIA-UMA-REVIS%C3%83O-DA-LITERATURA-SOBRE-AS-PRINCIPAIS-METODOLOGIAS.pdf>>. Acesso em: 17 de setembro de 2022.

DE SOUZA, R. T. **Vulnerabilidade de aquíferos cársticos com cobertura espessa de solo: metodologia COP-Solo em ambiente tropical úmido.** 2020. 233 f. Tese (Pós-graduação em Geologia) – Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/33923>>. Acesso em: 20 de setembro de 2022.

DE SOUZA, C. S. O papel do zoneamento ambiental no planejamento municipal. Edição nº 04/2013, p.154 a 175. **PIDCC:** Aracaju, 2014. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/profile/Carina-Souza-2/publication/311547881>>. Acesso em: 11 de novembro de 2022.

DORNELES, A. C. B. O zoneamento e sua importância como um instrumento de planejamento urbano. **Cadernos da Escola de Direito**, v. 2, n. 13, 2010. Disponível em: <<https://portaldeperiodicos.unibrasil.com.br/index.php/cadernosdireito/article/view/2701>>. Acesso em: 11 de outubro de 2022.

EMBRAPA. Tema serviços ambientais: perguntas e respostas. Embrapa, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-servicos-ambientais/perguntas-e-respostas>. Acesso em: 14 de abril de 2023.

FARAH, P. M. C. Instrumentos Metodológicos para Avaliação do Impacto Ambiental de Empreendimentos de Geração Hidrelétrica. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Rio de Janeiro/RJ, 1993.

FERNANDES, R. S. Uso da percepção ambiental como instrumento de gestão em aplicações ligadas às áreas educacional, social e ambiental. **Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade**, v. 2, n. 1, p. 1-15, 2004. Disponível em: <[http://www.redeceas.esalq.usp.br/noticias/Percepcao\\_Ambiental.pdf](http://www.redeceas.esalq.usp.br/noticias/Percepcao_Ambiental.pdf)>. Acesso em 15 de setembro de 2022.

FINUCCI, M. **Metodologias utilizadas na avaliação do impacto ambiental para liberação comercial do plantio de transgênicos: uma contribuição ao estado da arte no Brasil**. 2010. 230 f. Tese (Pós-graduação em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-13092011-163012/publico/MarceloFinucci.pdf>>. Acesso em: 13 de outubro de 2022.

GANEM, R. S. Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas. Edições Câmara, 2011. Disponível em: <<https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/images/conservacao.pdf>>. Acesso em: 03 de julho de 2023.

GOOGLE Earth website, 2022. Disponível em: <<http://earth.google.com/>>. Acesso em: 15 de novembro de 2022.

GOMES, J. L; SIMÕES, R. P. Aplicações do sistema roto-pneumático em programas de perfuração de poços tubulares profundos. Águas Subterrâneas. ABAS, 1980. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/2394>>. Acesso em: 01 de junho de 2023.

HEINEKEN desiste de fábrica em sítio arqueológico, mas busca outro município mineiro. **Projeto Manuelzão**, Belo Horizonte, 16 de dezembro de 2021. Disponível em:<<https://manuelzao.ufmg.br/heineken-desiste-de-fabrica-em-sitio-ardeologico-mas-busca-outro-municipio-mineiro/>>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

IEMA - Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Avaliação dos Impactos Ambientais. IEMA, 2018. Disponível em: [https://iema.es.gov.br/Media/iema/Downloads/RIMAS/RIMAS\\_2017/Estudos%20Ambientais/2018.03.06%20-%2008%20-%20An%C3%A1lise%20dos%20Impactos%20Ambientais.pdf](https://iema.es.gov.br/Media/iema/Downloads/RIMAS/RIMAS_2017/Estudos%20Ambientais/2018.03.06%20-%2008%20-%20An%C3%A1lise%20dos%20Impactos%20Ambientais.pdf). Acesso em: 04 de junho de 2023.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Portal Metropolitano RMBH**, Brasília, 2020. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/politicas/snuc.html>>. Acesso em: 16 de novembro de 2022.

ICMBIO - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Desafios do Licenciamento Ambiental na APA Carste de Lagoa Santa. **Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**, 2021. Disponível em: <<https://cbhvelhas.org.br/wp-content/uploads/2021/09/desafios-do-licenciamento.pdf>>. Acesso em: 16 de novembro de 2022.

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **IPHAN**, Brasília, 2022. Disponível em:< <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1754/>>. Acesso em: 08 de novembro de 2022.

JUNIOR, A. A. D.; VIEIRA, A. G.; FERREIRA, T. P. Processo de produção de cerveja. **Revista Processos Químicos**, v. 3, n. 6, p. 61-71, 2009. Disponível em: <[http://ojs.rpqsenai.org.br/index.php/rpq\\_n1/article/view/35](http://ojs.rpqsenai.org.br/index.php/rpq_n1/article/view/35)>. Acesso em: 11 de novembro de 2022.

LAGE, M. Após um mês, governo de Minas não respondeu Iphan sobre obra da Heineken ao lado de sítio arqueológico. **Projeto Manuelzão**, Belo Horizonte, 19 de outubro de 2021. Disponível em: <<https://manuelzao.ufmg.br/apos-um-mes-governo-de-minas-nao-respondeu-iphan-sobre-obras-da-heineken-em-sitio-archeologico/>>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

LIMA, V. C.; DE LIMA, M. R.; MELO, V. F. **O Solo no Meio Ambiente**. Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba, 2007. Disponível em: <[http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/solo\\_escola/solo\\_meio\\_ambiente.pdf](http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/solo_escola/solo_meio_ambiente.pdf)>. Acesso: 02 de julho de 2023.

MACHADO, N. Embargo de obra da Heineken em Pedro Leopoldo deixa moradores apreensivos. **Estado de Minas**, Belo Horizonte, 27 de setembro de 2021. Disponível em: <[https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2021/09/27/internas\\_economia,1309387/embar-go-de-obra-da-heineken-em-pedro-leopoldo-deixa-moradores-apreensivos.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2021/09/27/internas_economia,1309387/embar-go-de-obra-da-heineken-em-pedro-leopoldo-deixa-moradores-apreensivos.shtml)>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anuário da Cerveja 2021. MAPA: Brasília, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/publicacoes/anuario-da-cerveja-2021.pdf>>. Acesso em: 21 de setembro de 2022.

**MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM nº 214, de 26 de abril de 2017.** Estabelece as diretrizes para a elaboração e a execução dos Programas de Educação Ambiental no âmbito dos processos de licenciamento ambiental no Estado de Minas Gerais. Diário do Executivo, Belo Horizonte, 29 de abril de 2017. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=44198>>. Acesso em: 18 de setembro de 2022.

**MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM nº 217, de 06 de dezembro de 2017.** Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Diário do Executivo, Belo Horizonte, 08 de dezembro de 2017. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=45558>>. Acesso em: 18 de setembro de 2022.

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA.** Procedimentos de Licenciamento Ambiental do Brasil. MMA, Brasília, 2016. Disponível em: <<https://pnla.mma.gov.br/images/2018/08/VERS%C3%83O-FINAL-E-BOOK-Procedimentos-do-Lincenciamento-Ambiental-WEB.pdf>>. Acesso em: 16 de outubro de 2022.

MOREIRA, Z. Pedro Leopoldo faz ato para tentar manter projeto da Heineken. **Portal G1**, Belo Horizonte, 19 de dezembro de 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2021/12/19/pedro-leopoldo-faz-ato-para-tentar-manter-projeto-da-heineken-no-municipio.ghtml>>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

NEGRISOLI, L. Heineken terá fábrica em Pedro Leopoldo, gerando 350 empregos diretos. **O Tempo**, 2020. Disponível em: <<https://www.otempo.com.br/economia/heineken-tera-fabrica-em-pedro-leopoldo-gerando-350-empregos-diretos-1.2426451>>. Acesso em: 18 de novembro de 2022.

O QUE é uma Área de Proteção Ambiental. (O) eco, 2015. Disponível em: <<https://oeco.org.br/dicionario-ambiental/29203-o-que-e-uma-area-de-protectao-ambiental/>>. Acesso em: 11 de novembro de 2022.

PAULA; C. C. P.; BICHUETTE, M. E.; SELEGHIM, M. H. R. Legislação ambiental e a conservação das cavernas no Brasil sob o olhar da microbiologia. São Carlos: **Espeleo-Tema**, v.29, n.1. 2019. Acesso em: <<https://www.researchgate.net/publication/333602573>>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

PEDRO LEOPOLDO. Plano Municipal de Saneamento Básico de Pedro Leopoldo. **Prefeitura Municipal de Pedro Leopoldo**, 2015. Disponível em: <<https://cbhvelhas.org.br/wp-content/uploads/2018/12/P2-Pedro-Leopoldo-24-04-15-Vers%C3%A3o-Final.pdf>>. Acesso em: 18 de outubro de 2022.

PEDRO LEOPOLDO. Diagnóstico situacional do Plano Diretor de Pedro Leopoldo: Dimensões Socioeconômica e Produtiva- Versão Final. **Prefeitura Municipal de Pedro Leopoldo**, 2014. Disponível em: <[http://pedroleopoldo.mg.gov.br/?page\\_id=189](http://pedroleopoldo.mg.gov.br/?page_id=189)>. Acesso em: 21 de outubro de 2022.

PEDRO LEOPOLDO. **Infosanbas**, 2022. Disponível em: <<https://infosanbas.org.br/municipio/pedro-leopoldo-mg/#modalidades-abastecimento>>. Acesso em: 20 de novembro de 2022.

PMMA – Planos Municipais da Mata Atlântica. Consulta Pública de Percepção Ambiental – Estimulando o conhecimento e a reflexão. **PMMA**, 2022. Disponível em: <<https://pmma.etc.br/projetos/consulta-publica-de-percepcao-ambiental/>>. Acesso em: 17 de setembro de 2022.

RIBEIRO, C. G.. **Compartimentação dos fluxos do sistema hidrogeológico cárstico do Grupo Bambuí a partir dos isótopos  $^2\text{H}$ ,  $^{18}\text{O}$  e  $^3\text{H}$  na região de Lagoa Santa, Minas Gerais**. 2020. 269 f. Tese (Pós-graduação em Geologia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/33956>>. Acesso em: 20 de setembro de 2022.

SAIBA quantos litros de água são necessários para produzir um de cerveja. **Portal G1**, 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/especial-publicitario/somos-todos->>

cervejeiros/noticia/2016/11/saiba-quantos-litros-de-agua-sao-necessarios-para-produzir-um-de-cerveja.html>. Acesso em: 23 de outubro de 2022.

SALIMBENI, J. F.; MENEGUETTI, M.; ROLIM, T. F. **Caracterização da água e sua influência sensorial para a produção de cerveja artesanal**. 2016. 60 f. Dissertação (Graduação em Engenharia Química) – Universidade São Francisco, Campinas, 2016. Disponível: <<http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/2862.pdf>>. Acesso em: 11 de novembro de 2022.

SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. São Paulo: **Oficina de textos**, 2020. Disponível: <[https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/ofitexto.arquivos/degustacao/avaliacao-de-impacto-ambiental-3ed\\_deg.pdf](https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/ofitexto.arquivos/degustacao/avaliacao-de-impacto-ambiental-3ed_deg.pdf)>. Acesso em: 11 de novembro de 2022.

SANTOS, M. Morfologia cárstica e tipos de depósitos em cavernas. **Igeológico**, 2019. Disponível em: <<https://igeologico.com.br/morfologia-carstica-e-tipos-de-depositos-em-cavernas>>. Acesso em: 20 de setembro de 2022.

SANTOS, R. A.; MANOEL, J. M.; NASCIMENTO, S. A. Avaliação da vulnerabilidade natural de aquíferos cársticos: subsídios para uma gestão dos recursos hídricos subterrâneos. **Cadernos de Geociências**, v. 7, n. 1, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufba.br/index.php/cadgeoc/article/view/4096>>. Acesso em: 13 de novembro de 2022.

SEMAP – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Parecer Único nº 3328/2021. **SEMAP**, Belo Horizonte, abril de 2021. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/siam/login.jsp>>. Acesso em: 15 de setembro de 2022.

SEMAP – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Formulário Técnico IGAM nº 30384422. **SEMAP**, Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/siam/login.jsp>>. Acesso em: 19 de setembro de 2022.

SEMAP – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **SEMAP**, Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <<http://www.meioambiente.mg.gov.br/>>. Acesso em: 19 de setembro de 2022.

SCHUCH, Camila Santos. Influências urbana, industrial e climática na superexplotação do aquífero cárstico no município de Sete Lagoas (MG). 2022.

TERRACAP. Estudo de Impacto Ambiental – Setor Habitacional Arniqueira. **TERRACAP**. Brasília, 2018. Disponível em:< <https://www.terracap.df.gov.br/index.php/component/attached/?task=download&id=6650>>. Acesso em: 03 de junho de 2023.

TRAVASSOS, L. E. P. Princípios de carstologia e geomorfologia cárstica. **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**, 2019. Disponível em: < [https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/stories/publicacoes/PrincipiosCarstologia/CECAV\\_PrincipiosDeCarstologia.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/stories/publicacoes/PrincipiosCarstologia/CECAV_PrincipiosDeCarstologia.pdf)>. Acesso em: 12 de novembro de 2022.

TRAVASSOS, L. E. P.; GUIMARÃES, R. L.; VARELA, I. D. Áreas cársticas, cavernas e a Estrada Real. **Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas**, v. 1, n. 2, p. 107-120, 2008. Disponível em: < [https://www.cavernas.org.br/wp-content/uploads/2021/07/ptpc\\_v1\\_n2\\_107-120.pdf](https://www.cavernas.org.br/wp-content/uploads/2021/07/ptpc_v1_n2_107-120.pdf)>. Acesso em: 13 de novembro de 2022.

VALVERDE, M. Pedro Leopoldo perde planta da Heineken. **Diário do Comércio**, Belo Horizonte, 14 de dezembro de 2021. Disponível em: <<https://diariodocomercio.com.br/economia/pedro-leopoldo-perde-planta-da-heineken/>>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

VESTENA, L. R.; KOBIYAMA, M.; SANTOS, L. J. C. Considerações sobre gestão ambiental em áreas cársticas. **RA'EGA: O Espaço Geográfico em Análise**, v. 6, n. 1, p. 81-93, 2002. Disponível em: < <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/18518>>. Acesso em: 11 de novembro de 2022.



## APÊNDICE A – MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

MATRIZ DE INTERAÇÃO									
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Implantação	Implantação	Implantação	Fase de ocorrência	Natureza	Relevância Final do Impacto
Abertura de acessos	Geração de áreas sem vegetação	Fragmentação de ecossistemas	Fauna	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Indireto	Média
Abertura de acessos	Geração de áreas sem vegetação	Fragmentação de ecossistemas	Flora	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Média
Abertura de acessos	Geração de áreas sem vegetação	Alteração da qualidade do solo	Solo	Local	Local	Regional	Regional	Abrangência	Média
Abertura de acessos	Geração de áreas sem vegetação	Alteração da qualidade do solo	Flora	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Duração	Média
Abertura de acessos	Geração de áreas sem vegetação	Alteração da qualidade do solo	Ar	Imediato	Médio prazo	Imediato	Imediato	Temporalidade	Média
Abertura de acessos	Geração de áreas sem vegetação	Alteração da qualidade do ar	Qualidade de vida	Certa	Certa	Certa	Certa	Ocorrência	Baixa
Abertura de acessos	Geração de áreas sem vegetação	Alteração da qualidade do ar	Qualidade de vida	Sim	Sim	Sim	Não	Reversibilidade	Baixa
Abertura de acessos	Geração de áreas sem vegetação	Alteração da qualidade do ar	Qualidade de vida	Sim	Sim	Sim	Sim	Cumulatividade	Baixa
Abertura de acessos	Geração de áreas sem vegetação	Alteração da qualidade do ar	Qualidade de vida	Média	Alta	Alta	Média	Magnitude	Média
Abertura de acessos	Geração de áreas sem vegetação	Alteração da qualidade do ar	Qualidade de vida	Média	Média	Média	Média	Significância	Baixa



Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Fase de ocorrência							Relevância Final do Impacto
				Implantação	Implantação	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Temporalidade	
Abertura de acessos	Geração de material solto	Alteração da dinâmica geomorfológica	Paisagem	Negativa	Negativa	Negativa	Direto	Local	Temporário	Imediato	Média
Abertura de acessos	Geração de material solto	Carreamento de sedimentos/solo	Solo	Negativa	Negativa	Negativa	Indireto	Local	Cíclico	Médio prazo	Média
Abertura de acessos	Geração de material solto	Carreamento de sedimentos/solo	Água	Negativa	Negativa	Negativa	Indireto	Local	Temporário	Temporário	Média
Abertura de acessos	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de pressão sonora	Qualidade de vida	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Local	Temporário	Temporário	Baixa
Abertura de acessos	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de pressão sonora	Fauna	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Local	Temporário	Temporário	Baixa
Abertura de acessos	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de vibração	Fauna	Certa	Provável	Provável	Certa	Não	Sim	Média	Média

MATRIZ DE INTERAÇÃO												
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Implantação	Implantação	Implantação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Relevância Final do Impacto
Abertura de acessos	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de vibração	Qualidade de vida	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Indireto	Local	Temporário	Baixa
Abertura de acessos	Interferência em Unidade de Conservação	Fragmentação de ecossistemas	Fauna	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Local	Temporário	Alta
Abertura de acessos	Interferência em Unidade de Conservação	Fragmentação de ecossistemas	Flora	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Local	Temporário	Alta
Abertura de acessos	Interferência em Unidade de Conservação	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Qualidade de vida	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Local	Temporário	Alta
Abertura de acessos	Interferência em Unidade de Conservação	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Fauna	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Local	Temporário	Alta
Abertura de acessos	Interferência em Unidade de Conservação	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Flora	Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo	Local	Temporário	Alta

MATRIZ DE INTERAÇÃO												
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Implantação	Implantação	Implantação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Relevância Final do Impacto
Execução da terraplanagem	Geração de poluentes atmosféricos	Alteração da qualidade do ar	Qualidade de vida	Implantação	Implantação	Implantação						Média
Execução da terraplanagem	Geração de poluentes atmosféricos	Alteração da qualidade do ar	Ar	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Direto	Regional	Temporário	Média
Execução da terraplanagem	Geração de áreas compactadas	Alteração da qualidade do solo	Solo	Negativa	Direto	Direto				Local	Temporário	Média
Execução da terraplanagem	Geração de áreas compactadas	Alteração da qualidade do solo	Flora	Negativa	Local	Local				Temporário	Temporário	Média
Execução da terraplanagem	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de pressão sonora	Qualidade de vida	Temporário	Temporário	Médio prazo				Temporário	Temporário	Baixa
Execução da terraplanagem	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de pressão sonora	Fauna	Imediato	Imediato	Certa	Certa	Certa		Imediato	Imediato	Baixa

MATRIZ DE INTERAÇÃO												
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado		Relevância Final do Impacto							
Execução da terraplanagem	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de vibração	Fauna		Implantação	Implantação						Baixa
Execução da terraplanagem	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de vibração	Qualidade de vida		Negativa	Negativa						Baixa
Supressão vegetal	Geração de áreas sem vegetação	Fragmentação de ecossistemas	Fauna		Indireto	Indireto						Média
Supressão vegetal	Geração de áreas sem vegetação	Fragmentação de ecossistemas	Flora		Indireto	Indireto						Média
Supressão vegetal	Geração de áreas sem vegetação	Alteração da qualidade do solo	Solo		Temporário	Temporário						Média
Supressão vegetal	Geração de áreas sem vegetação	Alteração da qualidade do solo	Flora		Certa	Certa						Média

MATRIZ DE INTERAÇÃO													
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Implantação	Implantação	Implantação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Temporalidade	Relevância Final do Impacto
Supressão vegetal	Geração de áreas sem vegetação	Alteração da qualidade do ar	Ar	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Indireto	Indireto	Regional	Temporário	Imediato	Média
Supressão vegetal	Geração de áreas sem vegetação	Alteração da qualidade do ar	Qualidade de vida	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Regional	Temporário	Imediato	Média
Supressão vegetal	Geração de áreas sem vegetação	Carreamento de sedimentos/solo	Solo	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Regional	Temporário	Imediato	Média
Supressão vegetal	Geração de áreas sem vegetação	Carreamento de sedimentos/solo	Água	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Regional	Temporário	Imediato	Média
Supressão vegetal	Geração de pressão sobre a fauna	Fragmentação de ecossistemas	Fauna	Provável	Provável	Provável	Provável	Certa	Certa	Certa	Provável	Provável	Média
Supressão vegetal	Geração de pressão sobre a fauna	Fragmentação de ecossistemas	Flora	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Provável	Provável	Média
				Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Temporário	Temporário	Média
				Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Temporário	Temporário	Média
				Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Temporário	Temporário	Média

MATRIZ DE INTERAÇÃO											
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Implantação	Implantação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Relevância Final do Impacto
Operação de refeitórios temporários	Consumo de água	Pressão sobre serviços de saneamento	Água	Negativa	Negativa	Negativa	Indireto	Regional	Temporal	Médio prazo	Média
Operação de refeitórios temporários	Consumo de água	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Indireto	Indireto	Negativa	Indireto	Regional	Temporal	Médio prazo	Média
Operação de refeitórios temporários	Consumo de água	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Água	Indireto	Indireto	Negativa	Indireto	Regional	Temporal	Médio prazo	Média
Operação de refeitórios temporários	Geração de efluentes líquidos sanitários	Contaminação do solo	Solo	Regional	Regional	Negativa	Indireto	Temporal	Temporal	Médio prazo	Média
Operação de refeitórios temporários	Geração de efluentes líquidos sanitários	Contaminação do solo	Flora	Temporal	Temporal	Negativa	Indireto	Temporal	Temporal	Médio prazo	Média
Operação de refeitórios temporários	Geração de efluentes líquidos sanitários	Contaminação da água	Água	Provável	Provável	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Baixa
				Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Cumulatividade
				Baixa	Média	Média	Média	Baixa	Baixa	Baixa	Magnitude
				Média	Média	Média	Média	Alta	Alta	Alta	Significância
											Relevância Final do Impacto

Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Matriz de Interação							Relevância Final do Impacto
				Implantação	Implantação	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Temporalidade	
Operação de refeitórios temporários	Geração de efluentes líquidos sanitários	Contaminação da água	Fauna	Negativa	Negativa	Negativa	Indireto	Regional	Temporário	Médio prazo	Baixa
Operação de refeitórios temporários	Geração de efluentes líquidos sanitários	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Regional	Temporário	Médio prazo	Média
Operação de refeitórios temporários	Geração de resíduos sólidos	Contaminação do solo	Solo	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Temporário	Médio prazo	Média
Operação de refeitórios temporários	Geração de resíduos sólidos	Contaminação do solo	Flora	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Médio prazo	Média
Operação de refeitórios temporários	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Água	Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo	Baixa
Operação de refeitórios temporários	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Fauna	Provável	Provável	Certa	Provável	Provável	Provável	Provável	Baixa



Matriz de Interação											
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Fase de ocorrência							Relevância Final do Impacto
				Implantação	Implantação	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Temporalidade	
Operação de refeitórios temporários	Geração de efluentes oleosos	Contaminação da água	Água	Negativa	Negativa	Negativa	Indireto	Regional	Temporário	Médio prazo	Baixa
Operação de refeitórios temporários	Geração de efluentes oleosos	Contaminação da água	Fauna	Negativa	Negativa	Negativa	Indireto	Regional	Temporário	Médio prazo	Baixa
Operação de refeitórios temporários	Geração de efluentes oleosos	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Indireto	Direto	Indireto	Indireto	Regional	Temporário	Médio prazo	Média
Operação de sanitários temporários	Geração de efluentes líquidos sanitários	Contaminação do solo	Solo	Regional	Regional	Sim	Sim	Regional	Temporário	Médio prazo	Alta
Operação de sanitários temporários	Geração de efluentes líquidos sanitários	Contaminação do solo	Flora	Temporário	Temporário	Sim	Sim	Regional	Temporário	Médio prazo	Alta
Operação de sanitários temporários	Geração de efluentes líquidos sanitários	Contaminação da água	Água	Provável	Provável	Sim	Sim	Regional	Temporário	Médio prazo	Baixa

Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Matriz de Interação					Relevância Final do Impacto
				Implantação	Implantação	Natureza	Origem	Abrangência	
Operação de sanitários temporários	Geração de efluentes líquidos sanitários	Contaminação da água	Fauna	Negativa	Negativa	Negativa	Indireto	Regional	Baixa
Operação de sanitários temporários	Geração de efluentes líquidos sanitários	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Indireto	Direto	Indireto	Indireto	Regional	Média
Operação de sanitários temporários	Geração de resíduos sólidos	Contaminação do solo	Solo	Regional	Regional	Regional	Regional	Temporal	Alta
Operação de sanitários temporários	Geração de resíduos sólidos	Contaminação do solo	Flora	Temporal	Temporal	Temporal	Temporal	Médio prazo	Alta
Operação de sanitários temporários	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Água	Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo	Baixa
Operação de sanitários temporários	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Fauna	Provável	Provável	Provável	Certa	Provável	Baixa

MATRIZ DE INTERAÇÃO												
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Implantação	Implantação	Implantação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Relevância Final do Impacto
Operação de sanitários temporários	Geração de resíduos sólidos	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Implantação	Implantação	Implantação						Média
Operação de ambulatórios temporários	Consumo de água	Pressão sobre serviços de saneamento	Água	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Indireto	Regional	Regional	Média
Operação de ambulatórios temporários	Consumo de água	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Regional	Regional	Média
Operação de ambulatórios temporários	Consumo de água	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Água	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Média
Operação de ambulatórios temporários	Geração de resíduos sólidos	Contaminação do solo	Solo	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo	Média
Operação de ambulatórios temporários	Geração de resíduos sólidos	Contaminação do solo	Flora	Provável	Provável	Provável	Provável	Provável	Certa	Certa	Certa	Média
				Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Média
				Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Média
				Média	Média	Média	Média	Média	Baixa	Baixa	Baixa	Média
				Média	Média	Média	Média	Média	Alta	Alta	Alta	Média

Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Matriz de Interação								Relevância Final do Impacto	
				Implantação	Implantação	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Temporalidade	Relevância Final do Impacto		
Operação de ambulatórios temporários	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Água	Positiva	Negativa	Negativa	Indireto	Regional	Temporário	Médio prazo	Provável	Positiva	Baixa
Operação de ambulatórios temporários	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Fauna	Direto	Indireto	Indireto	Indireto	Regional	Temporário	Médio prazo	Provável	Positiva	Baixa
Operação de ambulatórios temporários	Geração de resíduos sólidos	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Regional	Regional	Indireto	Indireto	Regional	Temporário	Médio prazo	Provável	Indireta	Média
Operação de ambulatórios temporários	Demanda por insumos e serviços	Alteração na empregabilidade local	Economia	Temporário	Temporário	Indireto	Indireto	Regional	Temporário	Médio prazo	Provável	Indireta	Média
Operação de ambulatórios temporários	Demanda por insumos e serviços	Alteração na empregabilidade local	Qualidade de vida	Imediato	Imediato	Indireto	Indireto	Regional	Temporário	Médio prazo	Provável	Indireta	Média
Operação de ambulatórios temporários	Demanda por insumos e serviços	Fortalecimento dos serviços locais	Economia	Certa	Certa	Indireto	Indireto	Regional	Temporário	Médio prazo	Provável	Indireta	Média

MATRIZ DE INTERAÇÃO												
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Implantação	Implantação	Implantação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Relevância Final do Impacto
Operação de ambulatórios temporários	Consumo de energia elétrica	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Água	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Indireto	Indireto	Regional	Temporário	Média
Operação de ambulatórios temporários	Derramamento de produtos perigosos	Contaminação do solo	Solo	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Local	Local	Regional	Temporário	Baixa
Operação de ambulatórios temporários	Derramamento de produtos perigosos	Contaminação do solo	Flora	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Cílico	Regional	Regional	Temporário	Baixa
Operação de ambulatórios temporários	Derramamento de produtos perigosos	Contaminação da água	Água	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Média
Operação de ambulatórios temporários	Derramamento de produtos perigosos	Contaminação da água	Fauna	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Imediato	Imediato	Imediato	Imediato	Média
Movimentação de máquinas e veículos pesados	Geração de poluentes atmosféricos	Alteração da qualidade do ar	Ar	Certa	Provável	Provável	Provável	Certa	Certa	Certa	Certa	Média

MATRIZ DE INTERAÇÃO													
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Implantação	Implantação	Implantação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Temporalidade	Relevância Final do Impacto
Movimentação de máquinas e veículos pesados	Geração de poluentes atmosféricos	Alteração da qualidade do ar	Qualidade de vida	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Direto	Regional	Cíclico	Imediato	Média
Movimentação de máquinas e veículos pesados	Geração de pressão sobre a fauna	Fragmentação de ecossistemas	Fauna	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Regional	Cíclico	Indireto	Média
Movimentação de máquinas e veículos pesados	Geração de pressão sobre a fauna	Fragmentação de ecossistemas	Flora	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Indireto	Regional	Cíclico	Indireto	Média
Movimentação de máquinas e veículos pesados	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de pressão sonora	Qualidade de vida	Local	Local	Local	Local	Local	Local	Regional	Regional	Imediato	Baixa
Movimentação de máquinas e veículos pesados	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de pressão sonora	Fauna	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Regional	Cíclico	Imediato	Baixa
Movimentação de máquinas e veículos pesados	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de vibração	Qualidade de vida	Certa	Certa	Certa	Certa	Certa	Certa	Regional	Cíclico	Indireto	Baixa

Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Matriz de Interação								Relevância Final do Impacto
				Implantação	Implantação	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Temporalidade	Ocorrência	
Movimentação de máquinas e veículos pesados	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de vibração	Fauna	Negativa	Negativa	Negativa	Direto	Local	Temporário	Médio prazo	Certa	Baixa
Movimentação de máquinas e veículos pesados	Geração de áreas compactadas	Alteração da qualidade do solo	Solo	Indireto	Direto	Direto	Direto	Local	Temporário	Médio prazo	Certa	Média
Movimentação de máquinas e veículos pesados	Geração de áreas compactadas	Alteração da qualidade do solo	Flora	Regional	Regional	Regional	Indireto	Regional	Permanente	Permanente	Indireto	Média
Operação da Usina de Concreto	Geração de poluentes atmosféricos	Alteração da qualidade do ar	Qualidade de vida	Temporário	Temporário	Sim	Sim	Sim	Permanente	Permanente	Sim	Relevância Final do Impacto
Operação da Usina de Concreto	Geração de poluentes atmosféricos	Alteração da qualidade do ar	Ar	Medi	Medi	Sim	Sim	Sim	Medi	Medi	Sim	Média
Operação da Usina de Concreto	Consumo de água	Pressão sobre serviços de saneamento	Água	Medi	Medi	Sim	Sim	Sim	Medi	Medi	Sim	Média

MATRIZ DE INTERAÇÃO											
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Implantação	Implantação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Relevância Final do Impacto
Operação da Usina de Concreto	Consumo de água	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Implantação	Implantação	Negativa	Negativa	Indireto	Regional	Temporário	Média
Operação da Usina de Concreto	Consumo de água	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Água	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Indireto	Regional	Temporário	Média
Operação da Usina de Concreto	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação do solo	Solo	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Regional	Temporário	Média
Operação da Usina de Concreto	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação do solo	Flora	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Temporário	Média
Operação da Usina de Concreto	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação da água	Água	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Média
Operação da Usina de Concreto	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação da água	Fauna	Provável	Provável	Provável	Certa	Certa	Certa	Provável	Baixa
Operação da Usina de Concreto	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação da água	Fauna	Sim	Não	Não	Não	Sim	Sim	Reversibilidade	Baixa
				Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Cumulatividade	
				Baixa	Média	Média	Média	Baixa	Baixa	Magnitude	
				Média	Média	Média	Média	Alta	Significância		

MATRIZ DE INTERAÇÃO										
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Implantação	Implantação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Relevância Final do Impacto
Operação da Usina de Concreto	Geração de efluentes líquidos industriais	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Implantação	Implantação	Implantação	Negativa	Indireto	Regional	Média
Operação da Usina de Concreto	Geração de resíduos sólidos	Contaminação do solo	Solo	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Indireto	Regional	Média
Operação da Usina de Concreto	Geração de resíduos sólidos	Contaminação do solo	Flora	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Regional	Média
Operação da Usina de Concreto	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Água	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Baixa
Operação da Usina de Concreto	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Fauna	Temporal	Temporal	Temporal	Temporal	Temporal	Temporal	Baixa
Operação da Usina de Concreto	Geração de resíduos sólidos	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Certa	Provável	Provável	Certa	Certa	Certa	Média

MATRIZ DE INTERAÇÃO												
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Implantação	Implantação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Temporalidade	Relevância Final do Impacto
Operação da Usina de Concreto	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de pressão sonora	Qualidade de vida	Implantação	Implantação	Implantação	Negativa	Direto	Local	Cíclico	Imediato	Média
Operação da Usina de Concreto	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de pressão sonora	Fauna	Positiva	Negativa	Negativa	Negativa	Regional	Local	Cíclico	Imediato	Média
Operação da Usina de Concreto	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de vibração	Fauna	Direto	Direto	Direto	Negativa	Temporal	Local	Cíclico	Imediato	Média
Operação da Usina de Concreto	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de vibração	Qualidade de vida	Regional	Temporal	Temporal	Positiva	Imediato	Local	Cíclico	Imediato	Média
Operação da Usina de Concreto	Demanda por insumos e serviços	Alteração na empregabilidade local	Economia	Temporal	Imediato	Imediato	Negativa	Certa	Certa	Cíclico	Imediato	Média
Operação da Usina de Concreto	Demanda por insumos e serviços	Alteração na empregabilidade local	Qualidade de vida	Certa	Certa	Certa	Negativa	Sim	Sim	Cíclico	Imediato	Média

Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Matriz de Interação							
				Implantação	Implantação	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Temporalidade	Relevância Final do Impacto
Operação da Usina de Concreto	Demanda por insumos e serviços	Fortalecimento dos serviços locais	Economia	Negativa	Positiva						Média
Operação da Usina de Concreto	Consumo de energia elétrica	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Água	Indireto	Indireto						Média
Operação da Usina de Concreto	Interferência em Unidade de Conservação	Fragmentação de ecossistemas	Fauna	Regional	Regional						Alta
Operação da Usina de Concreto	Interferência em Unidade de Conservação	Fragmentação de ecossistemas	Flora	Temporário	Temporário						Alta
Operação da Usina de Concreto	Interferência em Unidade de Conservação	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Qualidade de vida	Medio prazo	Longo prazo						Alta
Operação da Usina de Concreto	Interferência em Unidade de Conservação	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Fauna	Certa	Certa						Alta

Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Matriz de Interação							Relevância Final do Impacto
				Implantação	Implantação	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Temporalidade	
Operação da Usina de Concreto	Interferência em Unidade de Conservação	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Flora	Negativa	Negativa	Negativa	Indireto	Regional	Temporário	Médio prazo	Alta
Perfuração de poço	Geração de pressão sobre a fauna	Fragmentação de ecossistemas	Fauna	Indireto	Direto	Indireto	Indireto	Regional	Temporário	Certa	Média
Perfuração de poço	Geração de pressão sobre a fauna	Fragmentação de ecossistemas	Flora	Indireto	Direto	Indireto	Indireto	Regional	Temporário	Certa	Média
Perfuração de poço	Geração de material solto	Alteração da dinâmica geomorfológica	Paisagem	Indireto	Local	Local	Local	Regional	Temporário	Certa	Média
Perfuração de poço	Geração de material solto	Carreamento de sedimentos/solo	Solo	Indireto	Provável	Sim	Sim	Regional	Temporário	Sim	Média
Perfuração de poço	Geração de material solto	Carreamento de sedimentos/solo	Água	Provável	Média	Média	Média	Regional	Permanente	Média	Média

MATRIZ DE INTERAÇÃO											
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Implantação	Implantação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Relevância Final do Impacto
Perfuração de poço	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de pressão sonora	Qualidade de vida	Implantação	Implantação	Implantação	Negativa	Negativa	Local	Temporário	Baixa
Perfuração de poço	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de pressão sonora	Fauna	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Direto	Local	Temporário	Baixa
Perfuração de poço	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de vibração	Fauna	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Local	Temporário	Baixa
Perfuração de poço	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de vibração	Qualidade de vida	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Local	Temporário	Baixa
Perfuração de poço	Interferência em área arqueológica	Alteração no patrimônio cultural e histórico	Patrimônio cultural e histórico	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Local	Temporário	Baixa
Perfuração de poço	Interferência em Unidade de Conservação	Fragmentação de ecossistemas	Fauna	Longo prazo	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Local	Temporário	Alta

MATRIZ DE INTERAÇÃO												
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado		Relevância Final do Impacto							
Perfuração de poço	Interferência em Unidade de Conservação	Fragmentação de ecossistemas	Flora		Implantação	Implantação						
Perfuração de poço	Interferência em Unidade de Conservação	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Qualidade de vida	Negativa	Negativa	Negativa	Natureza					
Perfuração de poço	Interferência em Unidade de Conservação	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Fauna	Indireto	Indireto	Indireto	Origem					
Perfuração de poço	Interferência em Unidade de Conservação	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Flora	Regional	Regional	Regional	Abrangência					
Construção das estruturas definitivas	Geração de pressão sobre a fauna	Fragmentação de ecossistemas	Fauna	Temporário	Temporário	Temporário	Duração					
Construção das estruturas definitivas	Geração de pressão sobre a fauna	Fragmentação de ecossistemas	Flora	Imediato	Médio prazo	Médio prazo	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	
				Certa	Certa	Certa	Ocorrência					
				Não	Não	Não	Reversibilidade					
				Sim	Sim	Sim	Cumulatividade					
				Média	Média	Média	Magnitude					
				Média	Média	Alta	Significância					
							Relevância Final do Impacto					
							Alta					
							Alta					
							Alta					
							Média					
							Média					

MATRIZ DE INTERAÇÃO												
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Implantação	Implantação	Implantação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Relevância Final do Impacto
Construção das estruturas definitivas	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de pressão sonora	Qualidade de vida	Implantação	Implantação	Implantação						Baixa
Construção das estruturas definitivas	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de pressão sonora	Fauna	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Direto	Local	Local	Baixa
Construção das estruturas definitivas	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de vibração	Fauna	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Local	Local	Baixa
Construção das estruturas definitivas	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de vibração	Qualidade de vida	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Temporal	Temporal	Baixa
Construção das estruturas definitivas	Interferência em área arqueológica	Alteração no patrimônio cultural e histórico	Patrimônio cultural e histórico	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Baixa
Construção das estruturas definitivas	Interferência em Unidade de Conservação	Fragmentação de ecossistemas	Fauna	Provável	Provável	Provável	Provável	Provável	Provável	Alta	Alta	Alta



MATRIZ DE INTERAÇÃO												
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Relevância Final do Impacto								
Construção das estruturas definitivas	Geração de poluentes atmosféricos	Alteração da qualidade do ar	Qualidade de vida	Implantação	Implantação	Implantação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Relevância Final do Impacto
Construção das estruturas definitivas	Geração de poluentes atmosféricos	Alteração da qualidade do ar	Ar	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Direto	Regional	Regional	Média
Construção das estruturas definitivas	Consumo de água	Pressão sobre serviços de saneamento	Água	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Regional	Regional	Média
Construção das estruturas definitivas	Consumo de água	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Média
Construção das estruturas definitivas	Consumo de água	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Água	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Média
Construção das estruturas definitivas	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação do solo	Solo	Provável	Certa	Certa	Certa	Certa	Certa	Ocorrência	Reversibilidade	Média
				Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Cumulatividade	Média
				Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Magnitude	Média
				Média	Média	Baixa	Média	Média	Média	Média	Significância	Média
				Média	Média	Alta	Alta	Média	Média	Média	Relevância Final do Impacto	Média

Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Matriz de Interação							
				Implantação	Impacto	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Temporalidade	Relevância Final do Impacto
Construção das estruturas definitivas	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação do solo	Flora	Negativa	Negativa	Negativa	Indireto	Regional	Temporário	Médio prazo	Média
Construção das estruturas definitivas	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação da água	Água	Indireto	Indireto	Indireto	Regional	Regional	Temporário	Médio prazo	Baixa
Construção das estruturas definitivas	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação da água	Fauna	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Temporário	Médio prazo	Baixa
Construção das estruturas definitivas	Geração de efluentes líquidos industriais	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Médio prazo	Média
Construção das estruturas definitivas	Geração de resíduos sólidos	Contaminação do solo	Solo	Provável	Certa	Provável	Provável	Provável	Provável	Provável	Baixa
Construção das estruturas definitivas	Geração de resíduos sólidos	Contaminação do solo	Flora	Provável	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Média

MATRIZ DE INTERAÇÃO												
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Implantação	Implantação	Implantação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Relevância Final do Impacto
Construção das estruturas definitivas	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Água	Positiva	Positiva	Negativa	Negativa	Indireto	Indireto	Regional	Temporal	Baixa
Construção das estruturas definitivas	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Fauna	Positiva	Positiva	Negativa	Negativa	Indireto	Indireto	Regional	Temporal	Baixa
Construção das estruturas definitivas	Geração de resíduos sólidos	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Direto	Direto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Regional	Temporal	Média
Construção das estruturas definitivas	Demanda por insumos e serviços	Alteração na empregabilidade local	Economia	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Temporal	Média
Construção das estruturas definitivas	Demanda por insumos e serviços	Alteração na empregabilidade local	Qualidade de vida	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporário	Temporal	Temporal	Média
Construção das estruturas definitivas	Demanda por insumos e serviços	Fortalecimento dos serviços locais	Economia	Imediato	Imediato	Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo	Temporal	Temporal	Média

MATRIZ DE INTERAÇÃO														
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Operação	Operação	Operação	Implantação	Implantação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Relevância Final do Impacto
Construção das estruturas definitivas	Consumo de energia elétrica	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Água	Operação	Operação	Operação	Implantação	Implantação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Média
Construção das estruturas definitivas	Interferência em área de bens culturais	Alteração do patrimônio cultural e histórico	Patrimônio cultural e histórico	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Natureza	Indireto	Indireto	Regional	Regional	Alta
Operação da área administrativa	Consumo de água	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Relevância	Regional	Regional	Temporal	Temporal	Alta
Operação da área administrativa	Consumo de água	Pressão sobre serviços de saneamento	Água	Regional	Regional	Regional	Permanente	Permanente	Relevância	Temporal	Temporal	Temporal	Temporal	Alta
Operação da área administrativa	Consumo de água	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Água	Permanente	Permanente	Permanente	Médio prazo	Médio prazo	Relevância	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente	Alta
Operação da área administrativa	Geração de efluentes líquidos sanitários	Contaminação do solo	Solo	Provável	Certa	Certa	Certa	Provável	Relevância	Certa	Certa	Temporal	Temporal	Alta
				Não	Sim	Sim	Sim	Não	Relevância	Não	Não	Temporal	Temporal	Alta
				Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Relevância	Sim	Sim	Temporal	Temporal	Alta
				Alta	Alta	Média	Média	Média	Relevância	Média	Média	Temporal	Temporal	Alta
				Média	Média	Alta	Alta	Alta	Relevância	Média	Média	Temporal	Temporal	Alta

MATRIZ DE INTERAÇÃO										
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Operação	Operação	Operação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Relevância Final do Impacto
Operação da área administrativa	Geração de efluentes líquidos sanitários	Contaminação do solo	Flora	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Alta
Operação da área administrativa	Geração de efluentes líquidos sanitários	Contaminação da água	Água	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Indireto	Média
Operação da área administrativa	Geração de efluentes líquidos sanitários	Contaminação da água	Fauna	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Regional	Média
Operação da área administrativa	Geração de efluentes líquidos sanitários	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Abrangência	Média
Operação da área administrativa	Geração de resíduos sólidos	Contaminação do solo	Solo	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente	Duração	Alta
Operação da área administrativa	Geração de resíduos sólidos	Contaminação do solo	Flora	Provável	Certa	Provável	Provável	Provável	Temporaldade	Alta
Operação da área administrativa	Geração de resíduos sólidos	Contaminação do solo	Flora	Provável	Não	Sim	Sim	Sim	Reversibilidade	Alta
				Provável	Sim	Sim	Sim	Sim	Cumulatividade	
				Provável	Alta	Média	Média	Alta	Magnitude	
				Provável	Média	Alta	Média	Média	Significância	

MATRIZ DE INTERAÇÃO												
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Operação	Operação	Operação	Operação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Relevância Final do Impacto
Operação da área administrativa	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Fauna	Operação	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Regional	Média
Operação da área administrativa	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Água	Operação	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Regional	Média
Operação da área administrativa	Geração de resíduos sólidos	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Operação	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Regional	Alta
Operação da área administrativa	Demanda por insumos e serviços	Alteração na empregabilidade local	Economia	Positiva	Positiva	Positiva	Positiva	Positiva	Positiva	Indireto	Regional	Média
Operação da área administrativa	Demanda por insumos e serviços	Alteração na empregabilidade local	Qualidade de vida	Operação	Operação	Operação	Operação	Operação	Positiva	Indireto	Regional	Média
Operação da área administrativa	Demanda por insumos e serviços	Fortalecimento dos serviços locais	Economia	Operação	Operação	Operação	Operação	Operação	Positiva	Indireto	Regional	Média
Operação da área administrativa	Consumo de energia elétrica	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Água	Operação	Operação	Operação	Operação	Operação	Positiva	Indireto	Regional	Alta

MATRIZ DE INTERAÇÃO												
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Operação	Operação	Operação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Relevância Final do Impacto
Operação de refeitórios	Consumo de água	Pressão sobre serviços de saneamento	Água	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Regional	Permanente	Alta
Operação de refeitórios	Consumo de água	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Negativa	Regional	Regional	Permanente	Alta
Operação de refeitórios	Consumo de água	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Água	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Negativa	Regional	Regional	Permanente	Alta
Operação de refeitórios	Geração de efluentes líquidos sanitários	Contaminação do solo	Solo	Regional	Regional	Regional	Médio prazo	Certa	Médio prazo	Médio prazo	Permanente	Alta
Operação de refeitórios	Geração de efluentes líquidos sanitários	Contaminação do solo	Flora	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente	Certa	Permanente	Permanente	Permanente	Alta
Operação de refeitórios	Geração de efluentes líquidos sanitários	Contaminação da água	Água	Provável	Provável	Provável	Provável	Não	Sim	Sim	Permanente	Média
				Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Permanente	Média
				Média	Alta	Alta	Média	Média	Média	Média	Permanente	Média
				Média	Média	Média	Alta	Alta	Alta	Alta	Permanente	Média

MATRIZ DE INTERAÇÃO												
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Operação	Operação	Operação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Relevância Final do Impacto
Operação de refeitórios	Geração de efluentes líquidos sanitários	Contaminação da água	Fauna	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Regional	Permanente	Média
Operação de refeitórios	Geração de efluentes líquidos sanitários	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Indireto	Regional	Permanente	Alta
Operação de refeitórios	Geração de resíduos sólidos	Contaminação do solo	Solo	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Regional	Permanente	Alta
Operação de refeitórios	Geração de resíduos sólidos	Contaminação do solo	Flora	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Permanente	Alta
Operação de refeitórios	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Água	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente	Média
Operação de refeitórios	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Fauna	Provável	Provável	Provável	Provável	Certa	Provável	Provável	Provável	Alta
Operação de refeitórios	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Água	Provável	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Média
				Provável	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Alta
				Média	Média	Alta	Alta	Média	Média	Média	Média	Média
				Média	Média	Média	Média	Alta	Média	Média	Média	Média

MATRIZ DE INTERAÇÃO											
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Operação	Operação	Operação	Operação	Operação	Origem	Natureza	Relevância Final do Impacto
Operação de refeitórios	Geração de resíduos sólidos	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Operação	Operação	Operação	Operação	Operação	Indireto	Negativa	Alta
Operação de refeitórios	Demanda por insumos e serviços	Alteração na empregabilidade local	Economia	Negativa	Negativa	Positiva	Positiva	Negativa	Indireto	Origem	Média
Operação de refeitórios	Demanda por insumos e serviços	Alteração na empregabilidade local	Qualidade de vida	Indireto	Indireto	Direto	Direto	Indireto	Regional	Abrangência	Média
Operação de refeitórios	Demanda por insumos e serviços	Fortalecimento dos serviços locais	Economia	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Permanente	Duração	Média
Operação de refeitórios	Geração de efluentes oleosos	Contaminação do solo	Solo	Permanente	Permanente	Cíclico	Cíclico	Cíclico	Médio prazo	Temporalidade	Alta
Operação de refeitórios	Geração de efluentes oleosos	Contaminação do solo	Flora	Médio prazo	Médio prazo	Imediato	Imediato	Imediato	Imediato	Ocorrência	Alta
Operação de refeitórios	Geração de efluentes oleosos	Contaminação da água	Água	Provável	Provável	Certa	Certa	Certa	Certa	Reversibilidade	Alta
				Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Cumulatividade	Média
				Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Magnitude	Média
				Média	Alta	Alta	Média	Média	Média	Significância	Média
				Média	Média	Média	Média	Média	Alta	Relevância Final do Impacto	Média

MATRIZ DE INTERAÇÃO										
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Operação	Operação	Operação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Relevância Final do Impacto
Operação de refeitórios	Geração de efluentes oleosos	Contaminação da água	Fauna	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Média
Operação de refeitórios	Geração de efluentes oleosos	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Alta
Operação oficina de manutenção de máquinas	Consumo de água	Pressão sobre serviços de saneamento	Água	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Regional	Regional	Alta
Operação oficina de manutenção de máquinas	Consumo de água	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Regional	Regional	Regional	Regional	Permanente	Permanente	Alta
Operação oficina de manutenção de máquinas	Consumo de água	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Água	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente	Médio prazo	Médio prazo	Alta
Operação oficina de manutenção de máquinas	Consumo de água	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Água	Imediato	Imediato	Imediato	Imediato	Certa	Certa	Alta

MATRIZ DE INTERAÇÃO										
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Operação	Operação	Operação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Relevância Final do Impacto
Operação oficina de manutenção de máquinas	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação do solo	Solo	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Direto	Alta
Operação oficina de manutenção de máquinas	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação do solo	Flora	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Negativa	Regional	Alta
Operação oficina de manutenção de máquinas	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação da água	Água	Regional	Regional	Regional	Regional	Negativa	Permanente	Média
Operação oficina de manutenção de máquinas	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação da água	Fauna	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente	Negativa	Médio prazo	Médio prazo
Operação oficina de manutenção de máquinas	Geração de efluentes líquidos industriais	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo	Negativa	Provável	Provável
Operação oficina de manutenção de máquinas	Derramamento de produtos perigosos	Contaminação da água	Água	Certa	Provável	Provável	Provável	Não	Não	Média
Operação oficina de manutenção de máquinas	Derramamento de produtos perigosos	Contaminação da água	Água	Improvável	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Alta
Operação oficina de manutenção de máquinas	Derramamento de produtos perigosos	Contaminação da água	Água	Alta	Média	Média	Média	Alta	Alta	Alta
Operação oficina de manutenção de máquinas	Derramamento de produtos perigosos	Contaminação da água	Água	Média	Alta	Média	Média	Média	Média	Média

MATRIZ DE INTERAÇÃO												
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Operação	Operação	Operação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Relevância Final do Impacto
Operação oficina de manutenção de máquinas	Derramamento de produtos perigosos	Contaminação da água	Fauna	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Negativa	Regional	Permanente	Alta
Operação oficina de manutenção de máquinas	Derramamento de produtos perigosos	Contaminação do solo	Solo	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Negativa	Local	Indireto	Alta
Operação oficina de manutenção de máquinas	Derramamento de produtos perigosos	Contaminação do solo	Flora	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Negativa	Regional	Indireto	Alta
Operação oficina de manutenção de máquinas	Consumo de produtos químicos	Contaminação da água	Água	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Negativa	Local	Indireto	Alta
Operação oficina de manutenção de máquinas	Consumo de produtos químicos	Contaminação da água	Fauna	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Negativa	Regional	Indireto	Alta
Operação oficina de manutenção de máquinas	Consumo de produtos químicos	Contaminação do solo	Solo	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Negativa	Local	Indireto	Alta

MATRIZ DE INTERAÇÃO										
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Operação	Operação	Operação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Relevância Final do Impacto
Operação oficina de manutenção de máquinas	Consumo de produtos químicos	Contaminação do solo	Flora	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Direto	Alta
Operação da ETA	Consumo de água	Pressão sobre serviços de saneamento	Água	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Indireto	Alta
Operação da ETA	Consumo de água	Pressão sobre serviços de saneamento	Economia	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Regional	Alta
Operação da ETA	Consumo de água	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Água	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente	Médio prazo	Alta
Operação da ETA	Derramamento de produtos perigosos	Contaminação da água	Água	Médio prazo	Imediato	Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo	Regional	Alta
Operação da ETA	Derramamento de produtos perigosos	Contaminação da água	Fauna	Improvável	Certa	Certa	Certa	Provável	Permanente	Alta

Matriz de Interação										
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Fase de ocorrência				Relevância Final do Impacto		
				Operação	Operação	Natureza	Origem			
Operação da ETA	Derramamento de produtos perigosos	Contaminação do solo	Solo	Operação	Operação	Negativa	Negativa	Média	Média	Média
Operação da ETA	Derramamento de produtos perigosos	Contaminação do solo	Flora	Operação	Indireto	Indireto	Indireto			
Operação da ETA	Consumo de produtos químicos	Contaminação da água	Água	Operação	Local	Local	Local			
Operação da ETA	Consumo de produtos químicos	Contaminação da água	Fauna	Operação	Regional	Regional	Regional			
Operação da ETA	Consumo de produtos químicos	Contaminação do solo	Solo	Operação	Permanente	Permanente	Permanente			
Operação da ETA	Consumo de produtos químicos	Contaminação do solo	Flora	Operação	Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo			

Matriz de Interação											
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Fase de ocorrência							Relevância Final do Impacto
				Operação	Operação	Negativa	Negativa	Natureza	Origem	Abrangência	
Operação da ETA	Consumo de produtos químicos	Alteração da qualidade do ar	Ar	Operação	Operação	Negativa	Negativa	Natureza	Origem	Abrangência	Média
Operação da ETA	Consumo de produtos químicos	Alteração da qualidade do ar	Qualidade de vida	Operação	Operação	Indireto	Indireto	Reversibilidade	Cumulatividade	Magnitude	Média
Operação da ETE	Geração de poluentes atmosféricos	Alteração da qualidade do ar	Ar	Operação	Operação	Indireto	Indireto	Reversibilidade	Cumulatividade	Magnitude	Alta
Operação da ETE	Geração de poluentes atmosféricos	Alteração da qualidade do ar	Qualidade de vida	Operação	Operação	Indireto	Indireto	Reversibilidade	Cumulatividade	Magnitude	Alta
Operação da ETE	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação do solo	Solo	Operação	Operação	Indireto	Indireto	Reversibilidade	Cumulatividade	Magnitude	Alta
Operação da ETE	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação do solo	Flora	Operação	Operação	Indireto	Indireto	Reversibilidade	Cumulatividade	Magnitude	Alta

MATRIZ DE INTERAÇÃO												
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Operação	Operação	Operação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Relevância Final do Impacto
Operação da ETE	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação da água	Água	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Negativa	Regional	Permanente	Alta
Operação da ETE	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação da água	Fauna	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Negativa	Negativa	Regional	Permanente	Alta
Operação da ETE	Geração de efluentes líquidos industriais	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Negativa	Negativa	Regional	Permanente	Alta
Operação da ETE	Geração de resíduos sólidos	Contaminação do solo	Solo	Regional	Regional	Regional	Regional	Permanente	Permanente	Regional	Permanente	Alta
Operação da ETE	Geração de resíduos sólidos	Contaminação do solo	Flora	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente	Provável	Provável	Permanente	Permanente	Alta
Operação da ETE	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Água	Provável	Provável	Provável	Provável	Não	Não	Permanente	Permanente	Alta
				Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Permanente	Permanente	Alta
				Sim	Alta	Alta	Média	Alta	Alta	Permanente	Permanente	Alta
				Média	Média	Média	Média	Média	Média	Permanente	Permanente	Alta

MATRIZ DE INTERAÇÃO												
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Operação	Operação	Operação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Relevância Final do Impacto
Operação da ETE	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Fauna	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Direto	Regional	Permanente	Alta
Operação da ETE	Geração de resíduos sólidos	Pressão sobre serviços de saneamento	Economia	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Indireto	Regional	Permanente	Alta
Operação da ETE	Consumo de produtos químicos	Contaminação da água	Água	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Negativa	Indireto	Regional	Permanente	Alta
Operação da ETE	Consumo de produtos químicos	Contaminação da água	Fauna	Local	Regional	Regional	Local	Negativa	Indireto	Regional	Permanente	Alta
Operação da ETE	Consumo de produtos químicos	Contaminação do solo	Solo	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente	Negativa	Indireto	Regional	Permanente	Alta
Operação da ETE	Consumo de produtos químicos	Contaminação do solo	Flora	Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo	Não	Provável	Regional	Permanente	Média
Operação da ETE	Consumo de produtos químicos	Contaminação do solo		Provável	Provável	Provável	Provável	Sim	Certa	Regional	Permanente	Média
Operação da ETE	Consumo de produtos químicos	Contaminação do solo		Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Regional	Permanente	Média
Operação da ETE	Consumo de produtos químicos	Contaminação do solo		Média	Média	Média	Média	Média	Média	Regional	Permanente	Média
Operação da ETE	Consumo de produtos químicos	Contaminação do solo		Média	Média	Média	Média	Média	Média	Regional	Permanente	Média

Matriz de Interação												
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Fase de ocorrência			Natureza			Relevância Final do Impacto		
				Operação	Ocorrência	Origem	Região	Abrangência	Duração	Magnitude	Significância	
Operação da ETE	Consumo de produtos químicos	Alteração da qualidade do ar	Ar	Operação	Ocorrência	Origem	Regional	Abrangência	Duração	Magnitude	Significância	Alta
Operação da ETE	Consumo de produtos químicos	Alteração da qualidade do ar	Qualidade de vida	Operação	Ocorrência	Origem	Regional	Abrangência	Duração	Magnitude	Significância	Alta
Movimentação de máquinas e veículos pesados	Geração de poluentes atmosféricos	Alteração da qualidade do ar	Ar	Operação	Ocorrência	Origem	Regional	Abrangência	Duração	Magnitude	Significância	Média
Movimentação de máquinas e veículos pesados	Geração de poluentes atmosféricos	Alteração da qualidade do ar	Qualidade de vida	Operação	Ocorrência	Origem	Regional	Abrangência	Duração	Magnitude	Significância	Média
Movimentação de máquinas e veículos pesados	Geração de pressão sobre a fauna	Fragmentação de ecossistemas	Fauna	Operação	Ocorrência	Origem	Regional	Abrangência	Duração	Magnitude	Significância	Média
Movimentação de máquinas e veículos pesados	Geração de pressão sobre a fauna	Fragmentação de ecossistemas	Flora	Operação	Ocorrência	Origem	Regional	Abrangência	Duração	Magnitude	Significância	Média
Movimentação de máquinas e veículos pesados	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de pressão sonora	Qualidade de vida	Operação	Ocorrência	Origem	Regional	Abrangência	Duração	Magnitude	Significância	Média

Matriz de Interação												
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Operação	Relevância Final do Impacto							
Movimentação de máquinas e veículos pesados	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de pressão sonora	Fauna	Negativa	Média							
Movimentação de máquinas e veículos pesados	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de vibração	Qualidade de vida	Direto	Origem	Média						
Movimentação de máquinas e veículos pesados	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de vibração	Fauna	Regional	Abrangência	Média						
Movimentação de máquinas e veículos pesados	Geração de áreas compactadas	Alteração da qualidade do solo	Solo	Cíclico	Duração	Média						
Movimentação de máquinas e veículos pesados	Geração de áreas compactadas	Alteração da qualidade do solo	Flora	Imediato	Temporalidade	Média						
Operação da Central de armazenamento temporário de resíduos	Geração de resíduos sólidos	Contaminação do solo	Solo	Certa	Ocorrência	Média						
Operação da Central de armazenamento temporário de resíduos	Geração de resíduos sólidos	Contaminação do solo	Flora	Sim	Reversibilidade	Alta						
				Sim	Cumulatividade							
				Alta	Alta	Baixa	Baixa	Média	Média	Média	Magnitude	
				Média	Média	Alta	Alta	Média	Média	Média	Significância	

MATRIZ DE INTERAÇÃO										
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Operação	Operação	Operação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Relevância Final do Impacto
Operação da Central de armazenamento temporário de resíduos	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Água	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Média
Operação da Central de armazenamento temporário de resíduos	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Fauna	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Média
Operação da Central de armazenamento temporário de resíduos	Geração de resíduos sólidos	Pressão sobre serviços de saneamento	Economia	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Alta
Operação da planta de refrigeração	Geração de poluentes atmosféricos	Alteração da qualidade do ar	Ar	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Alta
Operação da planta de refrigeração	Geração de poluentes atmosféricos	Alteração da qualidade do ar	Qualidade de vida	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Alta
Operação da planta de refrigeração	Geração de resíduos sólidos	Contaminação do solo	Solo	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Alta

MATRIZ DE INTERAÇÃO												
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Operação	Operação	Operação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Relevância Final do Impacto
Operação da planta de refrigeração	Geração de resíduos sólidos	Contaminação do solo	Flora	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Regional	Permanente	Alta
Operação da planta de refrigeração	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Água	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Regional	Permanente	Média
Operação da planta de refrigeração	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Fauna	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Regional	Permanente	Média
Operação da planta de refrigeração	Geração de resíduos sólidos	Pressão sobre serviços de saneamento	Economia	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Regional	Permanente	Alta
Operação da planta de refrigeração	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de pressão sonora	Qualidade de vida	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Local	Permanente	Média
Operação da planta de refrigeração	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de pressão sonora	Fauna	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Local	Permanente	Média

Matriz de Interação											
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Fase de ocorrência				Relevância Final do Impacto			
				Operação	Operação	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Temporalidade	Ocorrência
Operação da planta de refrigeração	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de vibração	Qualidade de vida	Operação	Operação	Negativa	Negativa	Local	Permanente	Imediato	Média
Operação da planta de refrigeração	Geração de ruído e vibrações	Alteração dos níveis de vibração	Fauna	Negativa	Indireto	Indireto	Direto	Regional	Permanente	Certa	Média
Operação da planta de refrigeração	Consumo de energia elétrica	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Água	Indireto	Indireto	Indireto	Direto	Local	Permanente	Média	Alta
Operação da planta de refrigeração	Consumo de água	Pressão sobre serviços de saneamento	Água	Regional	Regional	Sim	Sim	Alta	Permanente	Sim	Alta
Operação da planta de refrigeração	Consumo de água	Pressão sobre serviços de saneamento	Economia	Permanente	Permanente	Sim	Sim	Média	Permanente	Sim	Alta
Operação da planta de refrigeração	Consumo de água	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Água	Imediato	Médio prazo	Sim	Sim	Média	Permanente	Alta	Alta

MATRIZ DE INTERAÇÃO											
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Operação	Operação	Operação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Relevância Final do Impacto
Operação da linha de fabricação de cerveja	Consumo de água	Pressão sobre serviços de saneamento	Água	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Regional	Média
Operação da linha de fabricação de cerveja	Consumo de água	Pressão sobre serviços de saneamento	Economia	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Indireto	Regional	Média
Operação da linha de fabricação de cerveja	Consumo de água	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Água	Direto	Direto	Direto	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente	Alta
Operação da linha de fabricação de cerveja	Geração de poluentes atmosféricos	Alteração da qualidade do ar	Ar	Regional	Regional	Regional	Imediato	Imediato	Imediato	Imediato	Alta
Operação da linha de fabricação de cerveja	Geração de poluentes atmosféricos	Alteração da qualidade do ar	Qualidade de vida	Permanente	Permanente	Permanente	Certa	Certa	Certa	Certa	Alta
Operação da linha de fabricação de cerveja	Aumento do trânsito de veículos	Alteração da qualidade do ar	Ar	Imediato	Imediato	Imediato	Sim	Não	Sim	Sim	Alta

MATRIZ DE INTERAÇÃO												
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Operação	Operação	Operação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Relevância Final do Impacto
Operação da linha de fabricação de cerveja	Aumento do trânsito de veículos	Alteração da qualidade do ar	Qualidade de vida	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Direto	Regional	Permanente	Alta
Operação da linha de fabricação de cerveja	Aumento do trânsito de veículos	Alteração dos níveis de pressão sonora	Qualidade de vida	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Direto	Local	Permanente	Média
Operação da linha de fabricação de cerveja	Aumento do trânsito de veículos	Alteração dos níveis de pressão sonora	Fauna	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Negativa	Indireto	Regional	Permanente	Média
Operação da linha de fabricação de cerveja	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação do solo	Solo	Regional	Regional	Regional	Regional	Negativa	Indireto	Local	Permanente	Alta
Operação da linha de fabricação de cerveja	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação do solo	Flora	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente	Negativa	Indireto	Local	Permanente	Média
Operação da linha de fabricação de cerveja	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação da água	Água	Provável	Provável	Provável	Provável	Negativa	Provável	Local	Permanente	Alta
Operação da linha de fabricação de cerveja	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação da água	Água	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Local	Permanente	Média
Operação da linha de fabricação de cerveja	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação da água	Água	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Local	Permanente	Média
Operação da linha de fabricação de cerveja	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação da água	Água	Média	Alta	Alta	Média	Média	Média	Local	Permanente	Alta
Operação da linha de fabricação de cerveja	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação da água	Água	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Local	Permanente	Média

MATRIZ DE INTERAÇÃO											
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Operação	Operação	Operação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Abrangência	Relevância Final do Impacto
Operação da linha de fabricação de cerveja	Geração de efluentes líquidos industriais	Contaminação da água	Fauna	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Permanente	Média
Operação da planta de refrigeração	Geração de efluentes líquidos industriais	Pressão sobre serviços de saneamento	Economia	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Regional	Alta
Operação da planta de refrigeração	Geração de efluentes líquidos industriais	Pressão sobre serviços de saneamento	Economia	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Regional	Alta
Operação da planta de refrigeração	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Água	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Permanente	Média
Operação da planta de refrigeração	Geração de resíduos sólidos	Contaminação da água	Fauna	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Permanente	Média
Operação da linha de fabricação de cerveja	Geração de resíduos sólidos	Pressão sobre serviços de saneamento	Qualidade de vida	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Permanente	Média
Operação da linha de fabricação de cerveja	Demanda por insumos e serviços	Alteração na empregabilidade local	Economia	Operação	Operação	Operação	Operação	Negativa	Indireto	Permanente	Média

MATRIZ DE INTERAÇÃO										
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Operação	Operação	Operação	Operação	Operação	Operação	Relevância Final do Impacto
				Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	
Operação da linha de fabricação de cerveja	Demandas por insumos e serviços	Alteração na empregabilidade local	Economia	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Média
Operação da linha de fabricação de cerveja	Demandas por insumos e serviços	Fortalecimento dos serviços locais	Economia	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Indireto	Média
Operação da linha de fabricação de cerveja	Interferência em área de bens culturais	Alteração do patrimônio cultural e histórico	Patrimônio cultural e histórico	Local	Regional	Regional	Regional	Regional	Regional	Alta
Operação da linha de fabricação de cerveja	Interferência em área arqueológica	Alteração do patrimônio cultural e histórico	Patrimônio cultural e histórico	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente	Alta
Operação da linha de fabricação de cerveja	Interferência em Unidades de Conservação	Fragmentação de ecossistemas	Fauna	Imediato	Longo prazo	Longo prazo	Longo prazo	Longo prazo	Imediato	Alta
Operação da linha de fabricação de cerveja	Interferência em Unidades de Conservação	Fragmentação de ecossistemas	Flora	Certa	Certa	Provável	Provável	Certa	Certa	Alta
Operação da linha de fabricação de cerveja	Interferência em Unidades de Conservação	Alteração da dinâmica geomorfológica	Paisagem	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Alta
				Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Alta
				Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Média	Alta
				Média	Alta	Alta	Alta	Média	Média	Alta

Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Matriz de Interação							Relevância Final do Impacto	
				Operação	Operação	Operação	Natureza	Origem	Abrangência	Duração	Temporalidade	
Operação	Operação	Operação	Operação	Operação	Operação	Operação	Operação	Operação	Operação	Operação	Operação	Operação
Operação da linha de fabricação de cerveja	Interferência em Unidades de Conservação	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Qualidade de vida	Indireto	Indireto	Indireto	Negativa	Negativa	Regional	Permanente	Médio prazo	Alta
Operação da linha de fabricação de cerveja	Interferência em Unidades de Conservação	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Flora	Indireto	Indireto	Indireto	Negativa	Negativa	Regional	Permanente	Médio prazo	Alta
Operação da linha de fabricação de cerveja	Interferência em Unidades de Conservação	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Fauna	Indireto	Indireto	Indireto	Negativa	Negativa	Regional	Permanente	Médio prazo	Alta
Operação da linha de fabricação de cerveja	Consumo de energia elétrica	Diminuição da disponibilidade de recursos naturais	Água	Indireto	Indireto	Indireto	Não	Não	Regional	Permanente	Médio prazo	Alta
Operação da linha de fabricação de cerveja	Consumo de produtos químicos	Contaminação da água	Água	Indireto	Indireto	Indireto	Sim	Sim	Regional	Permanente	Médio prazo	Alta
Operação da linha de fabricação de cerveja	Consumo de produtos químicos	Contaminação da água	Fauna	Indireto	Indireto	Indireto	Alta	Alta	Regional	Permanente	Médio prazo	Alta

MATRIZ DE INTERAÇÃO										
Atividade	Aspecto	Impacto	Componente Ambiental Afetado	Relevância Final do Impacto						
Operação da linha de fabricação de cerveja	Consumo de produtos químicos	Contaminação do solo	Solo	Operação	Operação	Operação	Fase de ocorrência	Natureza	Origem	Duração
Operação da linha de fabricação de cerveja	Consumo de produtos químicos	Contaminação do solo	Flora	Negativa	Negativa	Negativa				
Operação da linha de fabricação de cerveja	Consumo de produtos químicos	Alteração da qualidade do ar	Ar	Indireto	Direto	Indireto	Indireto	Local	Local	Abrangência
Operação da linha de fabricação de cerveja	Consumo de produtos químicos	Alteração da qualidade do ar	Qualidade de vida	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente			
Operação da linha de fabricação de cerveja	Consumo de microorganismos	Contaminação biológica	Qualidade de vida	Provável	Provável	Provável	Provável			