

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

PATRICIA FIGUEIREDO CORRÊA

**PERSPECTIVA SOCIOAMBIENTAL DO PROCESSO DE RECUPERAÇÃO
DE ÁREAS DEGRADADAS POR MINERAÇÃO DE CARVÃO NO SUL DE
SANTA CATARINA, BRASIL**

CRICIUMA, SC

2019

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS
DOUTORADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

PATRICIA FIGUEIREDO CORRÊA

**PERSPECTIVA SOCIOAMBIENTAL DO PROCESSO DE RECUPERAÇÃO
DE ÁREAS DEGRADADAS POR MINERAÇÃO DE CARVÃO NO SUL DE
SANTA CATARINA, BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências Ambientais.

Área de concentração. Ecologia e gestão de ambientes alterados

Orientador: Prof. Dr. Robson dos Santos
Coorientadora: Dra. Edilane Rocha-Nicoleite
Coorientadora: Profa. Dra. Viviane Kraieski Assunção

CRICIÚMA, SC

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

C824p Corrêa, Patricia Figueiredo.

Perspectiva socioambiental do processo de recuperação de áreas degradadas por mineração de carvão no sul de Santa Catarina, Brasil / Patricia Figueiredo Corrêa. - 2019.

88p. : il.

Tese (Doutorado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Criciúma, 2019.

Orientação: Robson dos Santos.

Coorientação: Edilane Rocha-Nicoleite, Viviane Kraieski Assunção.

1. Áreas degradadas pela mineração de carvão. 2. Remediação ambiental. 3. Impacto ambiental - Avaliação. 4. Restauração ecológica. 5. Percepção geográfica. I. Título.

Bibliotecária Eliziane de Lucca Alosilla – CRB 14/1101

Biblioteca Central Prof. Eurico Back – UNESC



UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE
Pró-Reitoria Acadêmica
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

ATA DE DEFESA DE TESE

Ata da Defesa Pública de Tese de Doutorado de PATRICIA FIGUEIREDO CORRÊA. Aos vinte e nove dias do mês de abril de dois mil e dezoito, às nove horas, na sala dezesseis do Bloco P, na Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC reuniram-se os membros da Banca Examinadora composta pelos professores: **Dra. Edilane Rocha-Nicoleite** (Presidente e Coorientadora – UNESC), **Dr. Carlyle Torres Bezerra de Menezes** (UNESC), **Dr. Guilherme Alves Elias** (UNESC), **Dra. Mari Lucia Campos** (UDESC) e **Dra. Miriam da Conceição Martins** (UNESC), designados pela Portaria 14/19, do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, a fim de argüirem a Tese de Doutorado de **PATRICIA FIGUEIREDO CORRÊA**, subordinada ao título: **“RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS POR MINERAÇÃO DE CARVÃO NO SUL DE SANTA CATARINA, BRASIL: PERCEPÇÃO SOCIOAMBIENTAL”**. Aberta à sessão pelo Presidente da mesma, coube à doutoranda, sob a forma regulamentar, expor o tema de sua Tese, findo o que, dentro do tempo regulamentar, foi questionada pelos membros da Banca Examinadora e, em seguida, procedeu às explicações que se faziam necessárias. Após esse procedimento, a Banca Examinadora reuniu-se individualmente, para a avaliação final da candidata. Retornando à sessão, o Presidente, lendo o Termo de Apresentação de Tese, declarou **PATRICIA FIGUEIREDO CORRÊA aprovada**.

ALTERAÇÕES SUGERIDAS PELA BANCA EXAMINADORA:

Atender as recomendações e sugestões da banca examinadora, incluindo modificação do título.

BANCA EXAMINADORA:

Edilane Rocha-Nicoleite

Profa. Dra. Edilane Rocha-Nicoleite
Presidente e Coorientadora – UNESC

Carlyle Torres Bezerra de Menezes

Prof. Dr. Carlyle Torres Bezerra de Menezes
UNESC

Profa. Dra. Mari Lucia Campos
UDESC

Guilherme Alves Elias
Prof. Dr. Guilherme Alves Elias
UNESC

Miriam da Conceição Martins
Profa. Dra. Miriam da Conceição Martins
UNESC

Patricia Figueiredo Corrêa
Patricia Figueiredo Corrêa
Doutoranda

Criciúma/ SC, 29 de abril de 2019.

Dedico este trabalho, em especial, as pessoas que moram em regiões com áreas mineradas. São para elas que a academia se dedica em promover discussões e buscar soluções para melhorar a qualidade de vida, bem como, proporcionar evolução e transformação nas relações dos seres humanos com o meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

A Deus, Anjo de Guarda e meus Guias Espirituais pela irradiação de luz divina e por me acompanharem, guiarem e me protegerem nessa missão terrena.

A minha família, por estarem sempre ao meu lado acompanhando meu caminho, apoiando, protegendo, me deixando fluir e me darem a cada dia oportunidades de crescimento. Em especial meus pais Daniel e Estelita, meus irmãos Rodrigo e Daniele e meu companheiro de vida André. Eu amo vocês!

Ao CEUCICPT, em especial minha dirigente, psicóloga e amiga Daniela Fagundes, por me acolher e me permitir aprender a cada dia com os meus próprios passos e escolhas.

A Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) pela sua infraestrutura.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCA), em especial professores e colegas, pelos momentos incríveis, trocas de experiências, e por toda a amizade que se estabeleceu entre nós.

A CAPES pelo apoio financeiro, concedido pela Bolsa PROSUC.

Ao Professor Dr. Robson dos Santos, que pela segunda vez me dá a oportunidade de ser sua orientanda. Agradeço do fundo do coração pelo carinho e confiança, além da sua enorme paciência, compreensão e muita energia boa durante esse período.

A Dra. Edilane Rocha-Nicoleite por me auxiliar com sua vasta experiência na área de recuperação ambiental na região carbonífera, e por todos os momentos de apoio.

A Profa. Dra. Viviane Kraieski Assunção por me auxiliar na pesquisa qualitativa, além de ter proferido aulas maravilhosas.

A Profa. Dra. Vanilde Citadini-Zanette, por me acolher no Herbário e auxiliar sempre com muita maestria. Juntamente com a Profa. Dra. Patrícia de Aguiar Amaral, que formam uma dupla linda, cheia de luz e amor, e que tive o prazer de receber esse carinho mais de perto nos momentos de luta, obrigada pelo apoio e reconhecimento.

Ao Prof. Dr. Carlyle Torres Bezerra de Menezes por acompanhar minha trajetória desde a especialização, e sempre me orientar nas mais diversas áreas. Principalmente pela confiança depositada em mim. Obrigada pela parceria.

A Grazi Blanco, pela parceria no projeto de seu doutoramento e por dividir comigo o momento mais lindo que foi a realização das entrevistas. E aos queridos Escarlet, Hugo, Fran e Mari pela ajuda em campo.

A Profa. Dra. Natalia Hanazaki, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), por me acolher em seu projeto e abrir as portas de seu laboratório.

Aos meus companheiros de Projeto do Carvão/FAPESC, pessoas incríveis a qual tive a oportunidade de estar próximo nesse período do doutorado, e que me auxiliaram na pesquisa: Felipe, Bruno, Sullivan, Guilherme, Iara, Jaqueline e Eloisa.

Aos meus amigos lindos e especiais Peterson Padilha, Guilherme Alves Elias, Aline Votri Guislon, Altamir Rocha Antunes, Gisele Pezente e Alexandra Vinholes, simplesmente obrigada! Vocês estavam comigo dia após dia, compartilhando todos os momentos. Só tenho a agradecer pela parceria e companheirismo!

Ao Herbário Pe. Dr. Raulino Reitz (CRI), agradeço a todas as pessoas que tive a felicidade de conviver, aprender e ter momentos maravilhosos.

A minha amiga Eng. Fabiola Baccin por me auxiliar nas imagens georreferenciadas.

As minhas irmãs de coração Bioloukas! As palavras não vão conseguir expressar o sentimento lindo que temos, amigas de fé, de amor, obrigada por estarem sempre comigo. Beatriz Wessler, Bruna Alberton, Gabriela Thomaz, Mainara Cascaes e Thereza Garbelotto. Amo cada uma de vocês!

E a todos aqueles que direta ou indiretamente passaram por minha caminhada e contribuíram para que eu chegasse até aqui!

“Aqueles que passam por nós, não vão sós, não nos deixam sós. Deixam um pouco de si, levam um pouco de nós.” (Antoine de Saint-Exupéry)

Meus sinceros agradecimentos!

“Aos outros dou o direito de ser como são, a mim dou o dever de ser cada dia melhor.” Chico Xavier.

RESUMO

A atividade de extração e beneficiamento do carvão na região Sul de Santa Catarina foi realizada de maneira predatória o que acarretou os principais problemas ambientais e sociais. O histórico da região aponta que no processo de disposição sem controle dos estéreis e do rejeito de mineração de carvão, o solo não foi preservado e muitas áreas foram abandonadas após atividade, ocasionando em impactos negativos devido a contaminação dos solos e água pela Drenagem Ácida de Mina (DAM) e emissão de gases para atmosfera, desconfiguração da paisagem, além de impactos socioeconômicos. O presente estudo teve como objetivo geral de compreender a perspectiva socioambiental da recuperação ambiental na região carbonífera de Santa Catarina, Brasil. Para isso, analisou-se o panorama da produção científica acerca da mineração de carvão no Brasil; avaliou-se a percepção ambiental das comunidades do entorno das áreas em processo de restauração ambiental e indicou-se espécies vegetais nativas facilitadoras para a restauração ambiental com foco do uso sustentável de espécies de produto florestal não madeireiro (PFNM), na região carbonífera de Santa Catarina. Na avaliação do panorama científico, verificou-se que os artigos mais representativos sobre mineração de carvão no Brasil pertencem às áreas de Geologia e solos, Recursos hídricos e Metais pesados. Estes somam mais de 53% do total de artigos indexados. Constatou-se que nessas classes, os artigos analisaram os aspectos da poluição ambiental decorrente da acidificação dos ambientes terrestres, havendo a detecção de deficiências nas propriedades físicas e químicas dos solos e das propriedades do ambiente aquáticos. Pesquisas com investigações sobre alternativas de reduzir a geração da drenagem ácida de mina (DAM) utilizando solos compactados, além de outras inovações tecnológicas visando a recuperação do solo representaram 60% da classe de estudo Geologia e solos. Verificou-se que pesquisas no âmbito social, são negligenciadas e poucos são os estudos direcionados a compreender a relação socioambiental. Portanto, os dados demonstraram que a maioria dos moradores consideraram degradada a área onde residem, sendo a fonte geradora desta degradação a mineração de carvão realizada na região. A atividade é vista como uma dualidade, sendo positiva pela geração de emprego, já que em alguns municípios é uma das principais atividades econômicas existentes, porém negativa pelo impacto no meio ambiente e na saúde dos moradores e trabalhadores da região. A maior preocupação apontada é com a água das nascentes e dos rios com a degradação da qualidade de suas águas e, também, a desfiguração da paisagem. Os dados demonstraram também que as comunidades não foram inseridas no processo de recuperação ambiental, pois, 85% dos entrevistados, desconhecem as ações que estão em execução para recuperação ambiental. Como uma alternativa de ação positiva e sustentável para o processo de recuperação das áreas degradadas, foi proposto uma lista funcional com espécies vegetais nativas com potencial facilitador no processo de recuperação ambiental, descrevendo-se critérios ecológicos importantes a serem considerados, bem como informações de usos, como Produtos florestais não madeireiros, para estimular os moradores ao manejo sustentável, reduzindo a pressão antrópica sobre a vegetação ou a área em recuperação, desta maneira, contribuindo para a geração de fonte de renda e para a consciência ambiental.

Palavras-chave: Bibliometria, Restauração Ecológica, Percepção Ambiental, Impacto ambiental por mineração de carvão, Espécies facilitadoras.

ABSTRACT

The activity of extraction and processing of coal in the southern region of Santa Catarina was carried out in a predatory manner which led to the main environmental and social problems. The history of the region points out that in the process of uncontrolled disposal of waste and coal mining tailings, the soil was not preserved and many areas were abandoned after activity, causing negative impacts due to soil and water contamination by Acid Mine Drainage (AMD) and emission of gases into the atmosphere, landscape deconfiguration, and socioeconomic impacts. The present study aimed to understand the socio-environmental perspective of environmental recovery in the Santa Catarina coal region, Brazil. For this, we analyzed the panorama of scientific production about coal mining in Brazil; The environmental perception of the communities surrounding the areas undergoing environmental restoration was evaluated and facilitating native plant species have been proposed for environmental restoration focusing on the sustainable of Non-timber Forest Products (NTFP) species in the Santa Catarina coal region. In assessing the scientific publication, it was found that the most representative articles on coal mining in Brazil belong to the areas of geology and soils, water resources and heavy metals. These add up to over 53% of the total indexed articles. It was found that in these classes, the articles analyzed the aspects of environmental pollution resulting from the acidification of terrestrial environments, detecting deficiencies in the physical and chemical properties of soils and the properties of the aquatic environment. Research into investigations into alternatives to reduce acid mine drainage (AMD) generation using compacted soils, as well as other technological innovations aimed at soil reclamation, accounted for 60% of the Geology and Soils study class. It was found that social research is neglected and there are few studies aimed at understanding the social and environmental relationship. Therefore, the data showed that most of the residents considered the area where they live to be degraded, and the source of this degradation was coal mining in the region. The activity is seen as a duality, being positive for the generation of employment, since in some municipalities it is one of the main existing economic activities, but negative due to the impact on the environment and the health of the region's residents and workers. The main concern is with the water of springs and rivers with the degradation of the quality of their waters and also the disfigurement of the landscape. The data also showed that the communities were not included in the environmental recovery process, as 85% of respondents are unaware of the actions that are being taken for environmental recovery. As a positive and sustainable action alternative for the degraded areas recovery process, a functional list of native plant species with potential facilitator in the environmental recovery process was adopted, describing the important ecological uses to be used, as well as the information such as Unmanufactured Forest Products, to encourage residents to sustainable management, to apply anthropogenic pressure on vegetation or a recovering area, thereby contributing to the generation of income sources and environmental awareness.

Keywords: Bibliometrics, Ecological Restoration, Environmental Perception, Environmental Impact by Coal Mining, Facilitating Species.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Número de artigos publicados/ano sobre mineração de carvão no Brasil, indexados nas bases de dados <i>SciVerse Scopus</i> e <i>Scielo</i> até 2018.....	21
Figura 2 - Nuvem de termos feitas com as palavras-chave dos 119 artigos indexados nas bases de dados <i>SciVerse Scopus</i> e <i>Scielo</i>	27
Figura 3 - Localização da região carbonífera nas bacias hidrográficas dos rios Araranguá, Tubarão e Urussanga, sul de Santa Catarina.	31
Figura 4 - Localização das 12 áreas selecionadas para a presente pesquisa distribuídas na região carbonífera do sul de Santa Catarina, conforme localização das áreas mineradas.....	32
Figura 5 - Localização da área de estudo na localidade de Vila São Jorge, município de Siderópolis, Santa Catarina, em amarelo a delimitação das áreas em processo de recuperação ambiental.	33
Figura 6 - Localização da área de estudo na localidade de Rio Jordão, no município de Siderópolis, em amarelo a delimitação das áreas degradadas.	34
Figura 7 - Localização da área de estudo na localidade de Rio Fiorita, município de Siderópolis, Santa Catarina, em amarelo a delimitação das áreas em processo de recuperação ambiental .	35
Figura 8 - Localização da área de estudo na localidade de São Vitor, município de Treviso, Santa Catarina, em amarelo a delimitação das áreas em processo de recuperação ambiental .	36
Figura 9 - Localização da área de estudo na localidade de Rio Morozini, município de Treviso, Santa Catarina, em amarelo a delimitação das áreas em processo de recuperação ambiental .	37
Figura 10 - Localização da área de estudo na localidade de Rio Carvão, município de Urussanga, Santa Catarina, em amarelo a delimitação das áreas degradadas.	38
Figura 11 - Localização da área de estudo na localidade de Barreiros, município de Lauro Müller, Santa Catarina, em amarelo a delimitação das áreas degradadas.	39
Figura 12 - Localização da área de estudo na localidade de Cidade Alta, município de Forquilha, Santa Catarina, em amarelo a delimitação das áreas degradadas.	40
Figura 13 - Localização da área de estudo na localidade de Guatá, município de Lauro Müller, Santa Catarina, em amarelo a delimitação das áreas degradadas.	41
Figura 14 - Localização da área de estudo na localidade de Vila Visconde, município de Criciúma, Santa Catarina, em amarelo a delimitação das áreas degradadas.	42
Figura 15 - Localização da área de estudo na localidade de São Sebastião, município de Criciúma, Santa Catarina, em amarelo a delimitação das áreas em processo de recuperação ambiental.	43
Figura 16 - Localização da área de estudo na localidade de Santa Augusta, município de Criciúma, SC, em amarelo a delimitação das áreas em processo de recuperação ambiental. .	44
Figura 17 - Percentual de respostas dos entrevistados com relação à fonte da degradação ambiental de áreas do entorno de sua comunidade.....	48
Figura 18 - Percentual de respostas dos entrevistados quando perguntado o que acham da atividade de mineração de carvão.....	50

Figura 19 - Percepção dos moradores da região do entorno das áreas mineiradas em relação ao estágio do processo de recuperação, na região carbonífera de Santa Catarina.....	51
Figura 20 - Percepção do estágio das áreas vistas pelos moradores da região do entorno das mesmas, em áreas em estágio degradado.	52
Figura 21 - Comparação dos dois gráficos correspondente às respostas dos entrevistados quanto a qualidade do ar das áreas do entorno em que residem, sendo área degradada à esquerda, e área em processo de recuperação à direita, região carbonífera de Santa Catarina.....	56
Figura 22 - Comparação dos dois gráficos correspondente às respostas dos entrevistados quanto a qualidade dos rios das áreas do entorno em que residem, região carbonífera de Santa Catarina.	56
Figura 23 - Comparação dos dois gráficos correspondente às respostas dos entrevistados quanto a qualidade do solo das áreas do entorno em que residem, região carbonífera de Santa Catarina.	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação das classes de estudo selecionadas para organização dos artigos indexados nas bases de dados.	20
Tabela 2 - Número total de artigos indexados por Classe de estudo de 1987 a 2018.	23
Tabela 3 - Ranking “Top 5” das revistas com maior número de indexações sobre Mineração de Carvão no Brasil, seu Fator de Impacto (FI), índice H e Qualis.	24
Tabela 4 - Ranking “Top 5” das instituições com maior produção científica sobre mineração de carvão no Brasil, de 1987 a 2017.	26
Tabela 5 - Identificação das áreas de estudo, região carbonífera, sul de Santa Catarina.	45
Tabela 6 - Categorias para organização dos usos futuros indicados pelos entrevistados, região carbonífera, sul de Santa Catarina.	46
Tabela 7 - Perfil dos entrevistados do presente estudo, com n=193.	47
Tabela 8 - Indicação dos usos futuros das áreas mineradas pelos entrevistados, região carbonífera de Santa Catarina.	55
Tabela 9 - Lista Funcional de espécies para projetos de recuperação de áreas degradadas pela mineração, com indicação de nome científico e popular, e critérios ecológicos, onde: dispersão (Disp): síndrome de dispersão zoocórica (Zo), anemocórica (An) e autocórica (Au); deciduidade (Dec), sendo:perene (P), caducifólia (C), semicaducifólia (S); tolerância ao sol (Tol); espécie bagueira (Bag); fixação de nitrogênio (Nit); e critérios de Uso, sendo,apícola(Api),alimentícia (Ali),produção bioquímica (Prod); artesanal (Art); medicinal (Med); ecológico (Eco) e ornamental (Orn).	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBCA	Companhia Brasileira Carbonífera de Araranguá
CETEM	Centro de Tecnologia Mineral
CFEM	Compensação Financeira por Exploração dos Recursos Minerais
CCS	<i>Carbono Capture and Storage</i>
CEPSH	Comitê de Ética de Pesquisas com Seres Humanos
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
DAM	Drenagem Ácida de Mina
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
FBN	Fixação Biológica de Nitrogênio
FI	Fator de Impacto
GHG	<i>Green house Gas</i>
IMA	Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina
IPADHC	Instituto de Pesquisas Ambientais e Desenvolvimento Humano Catarinense
JCR	<i>Journal Citation Reports</i>
MPF	Ministério Público Federal
PFNM	Produtos Florestais Não Madeireiros
REM	Revista Escola de Minas
ROM	<i>Run-of-mine</i>
SER	<i>Society for Ecological Restoration</i>
SIESESC	Sindicato das Indústrias de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina
SJR	<i>Scientific Journal Rankings</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFPeI	Universidade Federal de Pelotas
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNESC	Universidade do Extremo Sul Catarinense

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	18
1.1.1 Objetivo geral.....	18
1.1.2 Objetivos específicos.....	18
2 PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS RELACIONADAS À MINERAÇÃO DE CARVÃO NO BRASIL	19
2.1 METODOLOGIA	19
2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	28
3 PERCEÇÃO AMBIENTAL DAS COMUNIDADES CIRCUNVIZINHAS DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE CARVÃO NO SUL DE SANTA CATARINA	30
3.1 MATERIAIS E MÉTODO	31
3.1.1 Área de estudo	31
3.1.2 Coleta de dados.....	45
3.1.3 Análise de dados	46
3.2 Resultados e Discussão.....	47
3.2.1 Percepção sobre a atividade de mineração.....	48
3.2.2 Percepção sobre a situação atual das áreas.....	50
3.2.3 Usos futuros.....	53
3.2.4 Percepção da contaminação.....	55
3.2.5 Percepção do processo de recuperação ambiental.....	59
3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
4 LISTA FUNCIONAL PARA RESTAURAÇÃO DE ÁREAS MINERADAS	62
4.1 MATERIAIS E MÉTODO	63
4.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
5 CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS.....	74
REFERÊNCIAS	76
APENDICE A	88

1 INTRODUÇÃO

Por muito tempo a atividade de extração e beneficiamento do carvão foi realizada de maneira predatória o que acarretou os principais problemas ambientais que afetam a Bacia Carbonífera Catarinense. Mesmo com o atual esforço das mineradoras em se enquadrarem na legislação e aperfeiçoar os métodos de extração e beneficiamento do minério, de tratamento e de deposição de resíduos da mineração objetivando reduzir os impactos ambientais negativos da atividade, os problemas ambientais permanecem devido à complexidade de ações necessárias para a mitigação da contaminação gerada (KOPPE; COSTA, 2008; LOPES; SANTO; GALATTO, 2009).

O histórico da região carbonífera aponta que no processo de disposição sem controle dos estéreis e do rejeito de mineração de carvão, o solo não foi preservado e muitas áreas foram abandonadas após a atividade de mineração, ocasionando diversos problemas ambientais como a geração de drenagem ácida de mina (DAM), erosão do solo, emissão de gases para atmosfera e desconfiguração da paisagem (KOPPE; COSTA, 2008).

Entre estes problemas citados, o mais grave é a geração de DAM resultante da oxidação da pirita, bem como da presença de outros sulfetos encontrados nos rejeitos do beneficiamento do carvão. Cabe ressaltar que grande parte destes passivos ambientais foi gerada pela exploração do carvão em época em que não havia preocupação com o descarte de materiais sobre o solo natural, nem mesmo em corpos d'água. Desta forma, grande volume de rejeito de mineração foi acumulado sobre diversos terrenos ocasionando áreas degradadas (ROCHA-NICOLEITE *et al.*, 2013).

Como consequência da exploração de carvão, a degradação ambiental na região carbonífera de Santa Catarina recebeu um tratamento judicial com relação às responsabilidades dos passivos ambientais. Em 1993 o Ministério Público Federal (MPF) propôs uma Ação Civil Pública (ACP nº. 2000.72.04.002543-9/SC) em desfavor das empresas carboníferas, seus diretores e sócios majoritários e a União Federal, condenando-os à recuperação dos danos ambientais causados pela exploração de carvão mineral na região Sul de Santa Catarina. No ano 2000, foi proferida sentença julgando procedente o pedido principal, condenando os réus solidariamente a apresentarem projetos de recuperação ambiental da região que compõe a Bacia Carbonífera do Sul do Estado, contemplando as áreas de depósitos de rejeitos, áreas mineradas a céu aberto e minas abandonadas, bem como o desassoreamento, fixação de taludes, descontaminação e retificação dos cursos d'água, além de outras obras que visem amenizar os danos sofridos, principalmente, pela população dos municípios-sede da extração e do

beneficiamento (MPF, 2006; GTA, 2007; RAVAZZOLI, 2013; ROCHA-NICOLEITE *et al.*, 2013; CITADINI-ZANETTE *et al.*, 2018).

A falta de controle ambiental inutilizou vastas áreas de terras e desqualificou as águas fluviais e o ar, prejudicando seriamente a vida aquática desses rios, as atividades agropastoris e a saúde da população. Na bacia carbonífera de Santa Catarina, a preocupação do Governo Federal ficou evidente com a publicação do Decreto nº 85.206/1980, que considerou a região sul do Estado de Santa Catarina como uma das 14 Áreas Críticas Nacionais para efeito de controle da poluição e conservação da qualidade ambiental (RAVAZZOLI, 2013).

Desta forma, a atividade de mineração de carvão na região carbonífera do sul de Santa Catarina, gerou uma série de impactos socioambientais que podem ser visualizados até os dias atuais em áreas degradadas. A falta de técnicas adequadas de mineração, o não cumprimento da legislação ambiental existente e a ausência de fiscalização ocorrida no passado, fizeram com que recursos ambientais da região carbonífera de Santa Catarina fossem comprometidos. Estas ações resultaram na perda de características naturais e contaminação dos recursos hídricos e solos pelo rejeito piritoso afetando a qualidade de vida dos moradores da região.

A partir disso, os réus (empresas carboníferas e União) condenados pela Ação Civil Pública (ACP nº. 2000.72.04.002543-9/SC) vêm realizando intervenções objetivando a recuperação ambiental das áreas degradadas.

Neste contexto do cenário do reflexo da atividade de mineração de carvão ocorrida no passado no sul de Santa Catarina, questionam-se os seguintes pontos:

- a) Quais são as abordagens dos estudos científicos relacionadas à mineração de carvão no Brasil?
- b) A comunidade que mora no entorno das áreas degradadas, conhecem os impactos negativos provindos da atividade de mineração?
- c) A comunidade está informada sobre o processo de recuperação ambiental dessas áreas?
- d) O processo de restauração ecológica pode ser potencializado com o uso sustentável de espécies vegetais nativas facilitadoras?

Para isso, desenvolveu-se a presente pesquisa que se apresenta estruturada em três capítulos. O primeiro capítulo aborda o panorama da produção científica relacionada a mineração de carvão no Brasil, mostrando características e tendências das pesquisas realizadas nesta área e identificando as lacunas existentes no âmbito científico. Considerando a deficiência das pesquisas no âmbito socioambiental, o segundo capítulo mostra a realidade dos atores

sociais que são diretamente afetados com a mineração de carvão, sendo abordada a percepção ambiental das comunidades circunvizinhas dessas áreas mineradas na região carbonífera do sul de Santa Catarina. E visando a produção de um material de apoio na promoção da restauração ecológica, o terceiro capítulo propõe uma lista de espécies facilitadoras no processo de recuperação ambiental de maneira a potencializar o processo ecológico da recuperação, bem como de ser alternativa socioeconômica pelo uso sustentável de espécies com o manejo de produtos florestais não madeireiros.

Desta forma, esta tese é estruturada considerando o tripé da Restauração Ecológica proposto pela *Society for Ecological Restoration* (SER): Ecológico, Socioeconômico e Projetos (ação), este último possibilitando a integração ecológica e social aos projetos de restauração ambiental da região carbonífera.

1.1 HISTÓRICO DA MINERAÇÃO

Os primeiros registros da história do carvão no Brasil tiveram início em 1795, no Rio Grande do Sul, quando técnicos ingleses construíram ferrovias na região do baixo Jacuí, registrando a existência do carvão na região de Candiota. Porém, a mineração de carvão iniciou no Rio Grande do Sul somente na segunda metade do século XX, quando da inauguração da mina de carvão em Arroio dos Ratos, denominada de Princesa Isabel, pelo Imperador D. Pedro II (BUNSE, 1984; GOMES *et al.*, 1998).

Em Santa Catarina, relatos apontam que o carvão foi descoberto em 1822 por tropeiros que desciam a Serra do Rio do Rastro em direção ao município de Laguna. A primeira tentativa de exploração econômica do carvão foi em 1861, por meio do político e diplomata Felisberto Caldeira Brandt, o Visconde de Barbacena, que obteve a concessão do Imperador D. Pedro II para explorar carvão na localidade de Lauro Müller (SANTA CATARINA, 1990; HULSE, 2002). Com o início dos trabalhos de mineração, mesmo sem conhecimento sobre a qualidade do carvão, o Visconde de Barbacena, em 1874, conseguiu autorização para construir uma ferrovia para transportar o carvão aos portos de embarque de Imbituba e de Laguna. Sendo que em 1884 foi inaugurada a Ferrovia Tereza Cristina (FTC) a fim de amenizar a dificuldade de transporte do carvão das minas aos escoadouros (SANTA CATARINA, 1990; FTC, 2015).

Em 1904, o Ministério da Indústria e Comércio e Obras Públicas do Brasil criou a Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil com o objetivo de avaliar a potencialidade das ocorrências de carvão do sul do Brasil. Esta comissão foi liderada pelo norte-americano Israel Charles White, quem escreveu em 1908 o Relatório White (BELOLLI;

QUADROS; GUIDI, 2002; ORLANDI FILHO; KREBS; GIFFONI, 2006). Segundo Belolli; Quadros; Guidi (2002) deve-se ao Relatório White o estabelecimento dos parâmetros científicos para o aproveitamento do carvão mineral brasileiro. A repercussão desses estudos trouxe investidores americanos para o Brasil. A região carbonífera recebeu investidores em 1916, para aplicação de recursos financeiros a fim de desenvolver a atividade mineraria, ocorrendo então a formação da primeira empresa mineradora para a exploração do carvão na região de Criciúma, a Companhia Brasileira Carbonífera de Araranguá (CBCA). Acreditando-se na potencialidade econômica do carvão do estado, outras empresas foram se estabelecendo na região como a Companhia Carbonífera de Urussanga (CCU), Companhia de Minas do Rio Carvão, Sociedade Carbonífera Próspera, Companhia Nacional de Mineração de Carvão do Barro Branco, Companhia Carbonífera Ítalo-Brasileira, Mina João Pessoa, Mina Esperança e Mina Rovaris & Minato, sendo que a capacidade de produção dessas empresas só foi possível em razão da implantação das ferrovias e remodelação dos portos de Laguna e Imbituba (BELOLLI; QUADROS; GUIDI, 2002; GOULARTI FILHO; MORAES, 2009).

Em 1930, no primeiro Governo de Getúlio Vargas, o carvão nacional obteve apoio pelos dispositivos legais que o inseriram como importante insumo para o desenvolvimento industrial e como combustível acionando ferrovias e a navegação. Em 1931 e 1937, foram elaboradas leis que obrigaram o consumo de 10 e 20%, respectivamente, de carvão nacional. Este foi um dos fatores que impulsionaram o aumento da produção nacional (SANTA CATARINA, 1990; BELOLLI; QUADROS; GUIDI, 2002).

No período da Segunda Guerra Mundial (1939-1945) o carvão da região sul de Santa Catarina teve uma valorização pela impossibilidade de se importar o produto. Após a segunda guerra, a produção somente se manteve equilibrada com a criação da CSN no Rio de Janeiro, sendo mercado absorvedor da produção de carvão metalúrgico (BELOLLI; QUADROS; GUIDI, 2002).

Como parte do plano siderúrgico do Governo do Estado de Santa Catarina, em 1940 iniciou-se a construção de duas grandes usinas da CSN no município de Tubarão (atualmente município de Capivari de Baixo), uma usina de beneficiamento do carvão e a outra de termelétricidade, para o fornecimento de energia da região, ambas entraram em funcionamento em 1945 (BELOLLI; QUADROS; GUIDI, 2002). Desta maneira, o complexo carbonífero, neste período, era formado pelas minas, ferrovia, usina de beneficiamento, termelétrica e porto (GOULARTI FILHO; MORAES, 2009).

Em 1953, criou-se o Plano Nacional do Carvão (Lei nº 1.886/1953), objetivando incentivar a produção de carvão e aproveitar as potencialidades energéticas deste material, e,

em 1963, houve um projeto de lei reformulado através do Plano Nacional do Carvão, que visava estabelecer consumo obrigatório de 40% de carvão metalúrgico nacional como forma de garantir o mercado para a produção nacional (SANTA CATARINA, 1990; BELOLLI; QUADROS; GUIDI, 2002).

Com a crise do petróleo em 1973 e 1979, o governo buscou fontes diferenciadas para o abastecimento energético do País, com a utilização de álcool substituindo a gasolina e de carvão substituindo o óleo combustível nas indústrias (GOMES *et al.*, 1998).

O carvão extraído na região apresenta um alto teor de impurezas, e por esta razão é submetido a vários processos de purificação, o que gera uma perda de aproximadamente 60% do material extraído, que vira rejeito contaminado (BELOLLI; QUADROS; GUIDI, 2002).

Visando buscar melhor utilização do carvão catarinense, em 1979, iniciou-se a operação da Indústria Carboquímica Catarinense (ICC). Foram realizados estudos para aproveitamento do enxofre presente na pirita (FeS_2), já que o país importava enxofre. Decorrente das características técnicas que envolveram o projeto da ICC se optou pela produção de ácidos sulfúrico e fosfórico, matéria-prima básica para a produção de fertilizantes (GOULARTI FILHO; MORAES, 2009).

Decorrente da atividade, a oportunidade de empregos na região cresceu, sendo mais de 20 mil pessoas dependentes diretamente da mineração de carvão, entretanto, as condições de trabalho pioraram em razão do trabalho ininterrupto e da liberação de grande quantidade de pó de carvão, sujeitando os empregados à pneumoconiose, doença pulmonar causada pela inalação de poeiras. Além do aumento da produção de carvão com a implantação de minas mecanizadas de grande porte, do aumento de emprego e dos prejuízos à saúde do trabalhador, a década de 1970 também marca o grande aumento da poluição ambiental (GOULARTI FILHO; MORAES, 2009; RAVAZZOLI, 2013).

O início da década de 1980 foi marcado pela retirada gradual dos subsídios por parte do governo, gerando forte crise do setor carbonífero catarinense, e conseqüentemente, a redução da exploração do carvão e aumento das áreas degradadas (RAVAZZOLI, 2013). Durante o Governo Collor (1990-1992), houve um distanciamento do Estado com as instituições fazendo com que houvesse desregulamentação, optando-se pela livre concorrência, com isso, a Portaria nº 801/1990, estabeleceu medidas que impactaram negativamente o setor carbonífero como fim de incentivos, como por exemplo: a não obrigatoriedade da utilização do carvão nacional, a liberação dos preços, a privatização da Companhia Próspera, a retirada da CSN das atividades ligadas ao carvão do país e o fechamento da Indústria Carboquímica Catarinense (ICC) (GOULARTI FILHO; MORAES, 2009).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

- Compreender a perspectiva socioambiental do processo de recuperação ambiental na região carbonífera de Santa Catarina, Brasil.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analisar qualitativa e quantitativamente publicações científicas relacionadas à mineração de carvão no Brasil, buscando compreender as principais características das pesquisas e as lacunas existentes.
- Investigar a percepção ambiental dos moradores das comunidades do entorno de áreas degradadas pela mineração de carvão, no sul do Estado de Santa Catarina, avaliando os impactos socioambientais decorrentes dessa atividade e o processo de recuperação ambiental dessas áreas.
- Propor uma lista funcional de espécies com potencial facilitador para o processo de restauração ecológica na região carbonífera de Santa Catarina, como alternativa socioeconômica pelo uso sustentável de espécies em áreas em processo de recuperação.

2 PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS RELACIONADAS À MINERAÇÃO DE CARVÃO NO BRASIL

A mineração do carvão no Brasil teve início no ano de 1860 nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (CHAVES, 2008; ABCM, 2018). Embora esta atividade tenha trazido rápido desenvolvimento econômico para as regiões carboníferas desses estados, a exploração resultou em fortes impactos socioambientais (GRIFFITH, 1980; ZIMMERMANN; TREBIEN, 2001; MILIOLI, 2005; GOMES *et al.*, 2008; ROCHA-NICOLEITE, 2015; CITADINI-ZANETTE *et al.*, 2018). E assim como os demais países produtores de carvão, o Brasil tem sofrido com os rejeitos gerados por esta atividade (WAANDERS; SILVA; SAIKIA, 2017).

Com auxílio dos avanços tecnológicos, a atual cadeia produtiva do carvão foi adequada visando o cumprimento de normativas de segurança ocupacional e meio ambiente (ANEEL, 2008; ABCM, 2017). A partir disso, compreende-se que é imprescindível o desenvolvimento de pesquisas científicas para conhecer os impactos e viabilizar melhores soluções de recuperação.

A comunicação científica a partir de base de dados, como *SciVerse Scopus* e *Scielo*, promove a disseminação da informação das pesquisas científicas realizadas e o estudo bibliométrico torna-se ferramenta capaz de sistematizar as produções de pesquisas, cujos indicadores retratam o comportamento e desenvolvimento de uma área do conhecimento, sendo que nas últimas décadas, a bibliometria tem se potencializado acompanhando o crescimento do número de produção científica (ZHANG *et al.*, 2010; ARAUJO; ALVARENGA, 2011; LOPES *et al.*, 2012; BOANARES; AZEVEDO, 2014; ELIAS *et al.*, 2015).

Neste contexto, este estudo objetivou analisar qualitativa e quantitativamente publicações científicas relacionadas à mineração de carvão no Brasil buscando compreender as principais características das pesquisas e as lacunas existentes.

2.1 METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida em duas bases de dados eletrônicas, *SciVerse Scopus* e *Scielo*, com os descritores “*coal mining*” e “*brazil*”, de forma conjunta, presentes no título, no resumo e nas palavras-chave. A pesquisa foi realizada em janeiro de 2019 e todos os artigos até o dia 31 de dezembro de 2018 foram incluídos na pesquisa.

Cada artigo registrado foi analisado a partir dos seguintes indicadores bibliométricos:

(i) panorama da pesquisa, (ii) classes de estudo, (iii) revistas, (iv) instituições e (v) agrupamento de palavras.

Para análise do panorama da pesquisa, cada artigo foi agrupado pelo ano de publicação. Já para as classes de estudo, os artigos foram sistematizados em classes de estudo, pertencentes a uma macro-área, conforme detalhado na tabela 1.

Tabela 1 - Relação das classes de estudo selecionadas para organização dos artigos indexados nas bases de dados.

Macro-área	Classes de estudo	Descrição
Meio biótico	Fauna	Levantamentos de espécies, distribuição e saúde do animal.
	Vegetação	Florística e fitossociologia; indicações de recuperação de áreas degradadas com foco na vegetação.
Meio físico	Geologia e solos	Análises geológicas, qualidade, contaminação e recuperação de solo e/ou sedimento.
	Metais pesados	Metais Pesados em ambientes aquáticos e/ou terrestres.
	Poluição atmosférica	Qualidade atmosférica.
	Recursos hídricos	Recursos hídricos, qualidade de água, drenagem ácida de mina (DAM) e recuperação de ambientes aquáticos.
Socioeconômico	Aspectos sociais	Conflitos e questões entre sociedade e meio ambiente, além de aspectos políticos e urbanísticos.
	Saúde humana	Análises tóxicas e genotóxicas; análises clínicas; psicológicas; contaminação e radiação; defeitos congênitos e epidemiologia.
	Produção mineral	Exploração mineral; utilização de subprodutos do carvão; avaliação de resíduos de carvão; fatores econômicos da produção de carvão.

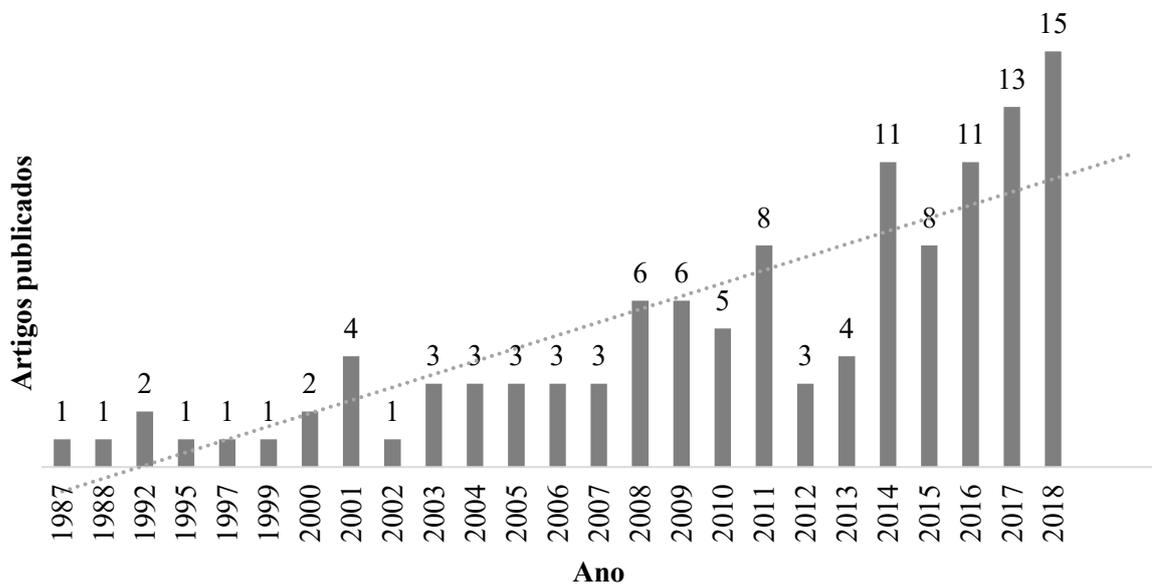
Fonte: Do autor.

Para a análise das revistas foram selecionados os cinco periódicos científicos mais frequentes em termo de publicação em um ranking “Top 5”, sendo avaliado o desempenho das revistas pelo seu Fator de Impacto (FI) (GARFIELD, 1955) e índice H (HIRSCH, 2005), utilizando a base de informações *Scientific Journal Rankings* (SJR) e *Journal Citation Reports* (JCR). As Instituições mais produtivas foram organizadas em um ranking “Top 5” e a análise do Agrupamento de palavras (*Cluster words*) foi realizada por meio de sistematização da repetição das palavras-chave dos artigos indexados por meio do *e-softwarewordart.com* (BINUCCI; DIDIMO; SPATARO, 2016).

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registrados 119 artigos científicos indexados (Figura 1) entre os anos de 1987, ano da primeira publicação, e 2018, ano mais representativo em número de artigos indexados, com 17 artigos, correspondendo a 14,4% do total, seguido dos anos 2017, com 13 artigos (12,5%) e dos os anos de 2016 e 2014 com 11 artigos cada (10,6%).

Figura 1 - Número de artigos publicados em relação ao ano de indexação sobre mineração de carvão no Brasil, indexados nas bases de dados *SciVerse Scopus* e *Scielo* até 2018.



Fonte: Do autor.

É possível observar uma tendência de ascensão das produções científicas, que tiveram início em 1987 e apresentaram um crescimento acentuado a partir do ano 2000. Isso deve-se a ampliação da oferta de bolsas de fomento, incentivos e sistemas de avaliação de méritos nas universidades brasileiras (MUGNAINI *et al.*, 2004). Além disso, o ano 2000 foi marcado pela sentença da Ação Civil Pública (ACP nº 2000.72.04.002543-9/SC), a ACP do carvão, que condenou as empresas carboníferas e a União a recuperarem as áreas degradadas pela mineração de carvão do estado de Santa Catarina, com isso houve fomento a partir de editais da Justiça Federal do Estado de Santa Catarina para pesquisas relacionadas às áreas de mineração de carvão (MPF, 2017).

O primeiro artigo indexado apresentou uma avaliação da qualidade ambiental por meio do estudo da ficoflora em ambientes lênticos no município de Charqueadas, Rio Grande do Sul

(ROSA *et al.*, 1987). O estudo constatou que a redução significativa da estrutura das comunidades de fitoplâncton foi devido à acidificação dos ambientes aquáticos pela mineração de carvão, sendo pioneiro na abordagem dos impactos ambientais em relação às atividades de mineração no Brasil.

No ano seguinte, em 1988, o artigo indexado foi relacionado à produção de carvão, mostrando a perspectiva de crescimento da atividade devido ao potencial de uso das reservas minerais na tentativa brasileira de explorar e utilizar até mesmo o carvão de baixa qualidade (HENNEN; PORNSCHLEGEL, 1988).

Na década seguinte, de 1992 a 1999 os cinco artigos indexados possuem a abordagem similar, sendo retratado a problemática dos impactos da poluição ambiental à fauna (BUENO *et al.*, 1992; FREITAS, 1995), à vegetação (ZOCHE; PORTO, 1992) e iniciaram as pesquisas sobre metais pesados (TEIXEIRA *et al.*, 1997; TEDESCO *et al.*, 1999), temática esta que se torna mais frequente nos anos seguintes.

De 2000 a 2009, as pesquisas se diversificam e além das temáticas iniciadas na década anterior, destacaram-se novas abordagens como os aspectos sociais que evidenciaram conflitos e fatos históricos sobre mineração de carvão e sua relação com a comunidade (MILIOLI, 2005; GLAUSER; MCALLISTER; MILIOLI, 2005), pesquisas sobre saúde humana que trazem um novo olhar à questão dos impactos e da poluição ambiental e seu reflexo na qualidade de vida dos moradores e trabalhadores da região carbonífera (LEITE; SCHULER-FACCINI, 2001; VEIGA *et al.*, 2007). Além de pesquisas que tratam especificamente dos recursos hídricos (POMPÊO *et al.*, 2004; MACHADO; SCHNEIDER, 2008), poluição atmosférica (FORTI *et al.*, 2001) bem como os estudos direcionados à geologia e solos das áreas mineradas (SOARES *et al.*, 2002; SOARES *et al.*, 2006).

De 2010 a 2018 foi o período de maior número de indexações de pesquisas científicas, porém sem abordagem diferenciada, ou seja, seguiu-se as temáticas já abordadas nos anos anteriores, porém, com um volume maior de publicações voltadas a cada área.

Na avaliação das classes de estudos elencadas no presente trabalho (Tabela 2), a classe Geologia e solos obteve maior número de artigos indexados durante o período pesquisado (21,2%), seguido pelas classes de Recursos hídricos (17,3%), Metais pesados (15,4%), Produção mineral, Saúde e Vegetação (10,6% cada), Aspectos sociais (6,7%), Fauna (5,8%) e Poluição atmosférica (1,9%).

Tabela 2 - Número total de artigos indexados por Classe de estudo de 1987 a 2018.

Classes de estudo	Número de artigos
Geologia e solos	27
Recursos hídricos	19
Metais pesados	18
Saúde	15
Produção mineral	11
Vegetação	11
Aspectos sociais	7
Fauna	6
Poluição atmosférica	5

Fonte: Do autor.

Verificou-se que os artigos mais representativos pertencem à macro-área do Meio físico, nas classes Geologia e solos, Recursos hídricos e Metais pesados, que somaram 53% do total de artigos indexados. Constatou-se que nessas classes os artigos analisaram os aspectos da poluição ambiental decorrente da acidificação dos ambientes terrestres, havendo a detecção de deficiências nas propriedades físicas e químicas dos solos (CAMPOS; ALMEIDA; SOUZA, 2003; SILVA *et al.*, 2011) e das propriedades dos ambientes aquáticos (POMPEO *et al.*, 2004; CAMPANER; LUIZ-SILVA, 2009; CAMPOS *et al.*, 2010) devido à drenagem ácida de mina (DAM) ocasionada pela oxidação do rejeito piritoso da mineração de carvão.

Pesquisas com investigações sobre alternativas de reduzir a geração da DAM utilizando solos compactados (SOARES *et al.*, 2002; SOARES *et al.*, 2006), além de outras inovações tecnológicas visando a recuperação do solo representaram 60% da classe de estudos Geologia e solos.

Para recursos hídricos, a maioria dos artigos investigou as áreas críticas, identificando os pontos de contaminação e degradação da vida aquática (POMPEO *et al.*, 2004; TEIXEIRA *et al.*, 2004; MOSCHINI-CARLOS *et al.*, 2011; BRANDELERO *et al.*, 2017), somente 22% das pesquisas voltaram-se para alternativas de recuperação desses ambientes. Para a classe Metais pesados os artigos traziam especificamente em seu contexto a investigação desses elementos, chamando a atenção à gravidade dos impactos ambientais e sociais decorrentes da biodisponibilidade dos mesmos no ambiente e na saúde das pessoas expostas à eles (TEIXEIRA *et al.*, 1997; ZOCHE *et al.*, 2010; RODRIGUEZ-IRURETAGOIANA *et al.*, 2016).

Aspectos sociais, Fauna e Poluição atmosférica foram as classes de estudo com menos de 7% de representatividade cada. Os artigos indexados na classe Aspectos sociais

apresentaram contextos de conflitos socioambientais das comunidades e sua relação com a atividade de mineração de carvão, seja por questões de subsidências do solo sofridos pelos moradores ao redor de minas subterrâneas (RIBEIRO; FERREIRA, 2007; RUIZ *et al.*, 2014) ou por questões que sustentam que a atividade promove o desenvolvimento de toda região, se feita com planejamento visando todos os aspectos ambientais, sociais e econômicos (GLAUSER; MCALLISTER; MILIOLI, 2005; OLIVEIRA; HEIDEMANN; LIMA, 2011).

Os artigos indexados na classe que trata de Fauna chamaram atenção à temática abordada, sendo que 67% trataram sobre questões de alteração de DNA, genotoxicidade e efeitos crônicos em animais expostos à áreas mineradas, como em Bueno *et al.* (1992) que estimaram a possível ação da poluição ambiental em roedores diretamente expostos por meio do estudo da frequência de aberrações cromossômicas na medula óssea, e Souza *et al.* (2015) que demonstraram a genotoxicidade do carvão e produtos relacionados em células sanguíneas de roedores nativos.

Para a classe de estudo Poluição atmosférica os artigos indexados retrataram a preocupação dos efeitos negativos da atividade de mineração, sendo um dos efeitos as chuvas ácidas em regiões que possuem áreas mineradas (FORTI *et al.*, 2001), liberação de gases de efeito estufa (GHG – *green house gas*) (SILVA *et al.*, 2018), além da liberação de elementos perigosos no momento de combustão espontânea do carvão, podendo gerar sérios danos na saúde humana (OLIVEIRA *et al.*, 2018), bem como propondo alternativa de mitigação das mudanças climáticas, provinda dos gases de efeito estufa emitidos pelas atividades que utilizam carvão, por meio do uso de captura e armazenamento do carbono (CCS- *carbono capture and storage*) (BRANCO *et al.*, 2013).

Em relação aos periódicos mais frequentes (Tabela 3), a Revista Brasileira de Ciências do Solo foi o que apresentou o maior número de indexações, com 11,5% das publicações referente ao tema, seguido pelas revistas Revista Escola de Minas (REM) e *Science of the Total Environment*, ambas com 4,8% e *Chemosphere* e *Journal of Hazardous Materials*, com 3,8% cada.

Carvão no Brasil, seu Fator de Impacto (FI) e índice H.

Posição	Revista	Artigos	FI	Índice H
1	Revista Brasileira de Ciência do Solo	16	0.609	42
2	Revista Escola de Minas	6	0.103	11
3	<i>Science of the Total Environment</i>	5	4.900	182
4	<i>Chemosphere</i>	5	4.208	187
5	<i>Journal of Hazardous Materials</i>	5	6.065	198

Fonte: Do autor.

A Revista Brasileira de Ciência do Solo é um veículo nacional de divulgação técnico-científica de interesse para as Ciências do solo, abrangendo também as áreas de Ciências agrárias e Biológicas. O escopo da revista corrobora para que esta seja a revista com maior número de artigos indexados na presente pesquisa como: Soares *et al.* (2002), Soares *et al.* (2006), Reis; Lima; Pauletto (2014) e Pauletto *et al.* (2016). Atualmente, esse periódico apresenta o índice de impacto 0,609 no *Journal Citation Reports* (JCR), que é aferidor da qualidade da produção científica internacionalmente reconhecida da *Thomson Reuters*, porém, em 2014 alcançou o índice de impacto 0,76, sendo este o segundo maior índice de impacto dentre as revistas da grande área das Ciências Agrárias Brasileiras (OLIVEIRA; MEDEIROS; FARIAS, 2015).

A Revista Escola de Minas (REM), similar à Revista Brasileira de Ciência do Solo, é brasileira e dentre seu escopo especializou-se também na publicação de artigos relativos à mineração. É uma das primeiras revistas técnicas da área de mineração da América do Sul, fundada em 1936 pelos alunos da Escola de Minas de Ouro Preto (REM, 2018), dentre os artigos indexados nesta pesquisa, citam-se Gambin; Costa; Koppe (2005), Ribeiro e Ferreira (2007) e Pereira *et al.* (2010).

As revistas internacionais *Science of the Total Environment*, *Chemosphere* e *Journal of Hazardous Materials* possuem escopos diferenciados, sendo que a primeira revista trata de ambiente com abordagem multidisciplinar nos domínios de Biosfera, Litosfera, Hidrosfera, Atmosfera e Antroposfera, priorizando estudos laboratoriais (ELSEVIER, 2018a), a segunda, é específica na área de Química ambiental, Toxicologia e Avaliação de risco (ELSEVIER, 2018b), e a terceira possui como foco principal os metais pesados (ELSEVIER, 2018c).

Embora o número de indexações de artigos ter sido maior nas duas primeiras revistas apresentadas no ranking “Top 5”, as revistas internacionais *Science of the Total Environment*, *Chemosphere* e *Journal of Hazardous Materials* apresentaram os indicadores FI e índice H com valores muito superiores às duas primeiras revistas do ranking, devendo-se isso à circulação

internacional, ou seja, ao “alcance” das revistas, sendo um fator determinante para a diferença dos indicadores já que existe uma tendência na preferência do meio científico pelos periódicos internacionais (SANTOS *et al.*, 2017).

Quanto às Universidades mais influentes (Tabela 4), utilizou-se como critério a instituição do primeiro autor dos artigos indexados, com isso a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) a instituição com maior número de indexações sobre mineração de carvão no Brasil, com 16,8% dos trabalhos, seguida da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), com 14,3%, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), com 6,7%, Instituto de Pesquisas Ambientais e Desenvolvimento Humano Catarinense (IPADHC), com 5,0% e Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com 4,2%.

Tabela 4 - Ranking “Top 5” das instituições com maior produção científica sobre mineração de carvão no Brasil, de 1987 a 2017.

Posição	Instituição	Estado	Artigos
1	Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	RS	20
2	Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC)	SC	17
3	Universidade Federal de Pelotas (UFPel)	RS	8
4	Instituto de Pesquisas Ambientais e Desenvolvimento Humano Catarinense (IPADHC)	SC	6
5	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	SC	5

Fonte: Do autor.

Constatou-se que a localização geográfica das instituições listadas no ranking “Top5” esteve diretamente relacionada com a localização da atividade de mineração de carvão ocorrida no País, sendo em maior volume nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (ORLANDI FILHO; KREBS; GIFFONI, 2006; SILVA, 2007). Atualmente, a atividade ainda se encontra em funcionamento nos dois estados, possuindo produção ROM (*Run-of-Mine*) em 2017 de 6.352.556 ton. em Santa Catarina e 3.619.998 ton. no Rio Grande do Sul, dados ainda expressivos, porém menores que a década de 80, onde a produção chegou a 19.781.089 ton. em Santa Catarina e 4.723.120 ton. no Rio Grande do Sul (ABCM, 2000; 2017).

A relação da localização das instituições com a atividade mineradora, reforça o papel fundamental das Universidades e Centros de pesquisa na busca de resultados socialmente significativos, com a participação no desenvolvimento econômico, social e ambiental da região ao qual se encontram (JANKEVICIUS, 1995; GOMES, 2014).

E por fim, o agrupamento de palavras (Figura 2), mostra que a característica das

Schneider (2008), Silva; Wollenschlager; Oliveira (2011), Silva *et al.* (2013) e Dias *et al.* (2014). O reconhecimento dos riscos ambientais da DAM tem conduzido ao desenvolvimento de diversas técnicas para minimizar o impacto gerado nos ecossistemas (POMPEO *et al.*, 2004; CAMPANER; LUIZ-SILVA, 2009).

Os demais termos *soil, environmental impacts, sediments, heavy metals* e *water quality* demonstraram as frentes de pesquisas que priorizam a investigação desses temas, corroborando os resultados das classes de estudo, sendo as pesquisas referentes a solos as mais significativas nesta análise bibliométrica.

A Região Sul do País, que apresentou maior produção científica, é a que está diretamente ligada à mineração de carvão e, principalmente, aos seus efeitos comprovados nos estudos sobre metais pesados no solo e sedimentos das regiões mineradas que possuem elevada toxicidade e potencial de liberação de elementos perigosos por conta de sua exposição em longo prazo como concluídos nos trabalhos de Teixeira *et al.* (2001), Lattuada *et al.* (2009), Silva *et al.* (2010, 2011), Cutruneo *et al.* (2014), Osorio *et al.* (2014), Santos *et al.* (2015) e Civeira *et al.* (2016).

Verificou-se também que algumas palavras estão relacionadas a efeitos na saúde, como *occupational exposure* (6), *comet assay* (6), *genotoxicity* (3), *oxidative stress* (3), *cancer* (2), *mortality* (2) e *health* (2).

Dentre a produção na área da saúde, as pesquisas investigaram e caracterizaram doenças relacionadas aos efeitos negativos da atividade de mineração, como genotoxicidade em trabalhadores e moradores do entorno de minas que, por conta desta exposição, sofrem danos em DNA, citados nos trabalhos de Paulino *et al.* (2001), Rohr *et al.* (2013) e Silva Junior *et al.* (2018); comprovação de defeitos congênitos em Leite e Schüller-Faccini (2001) e presença de quantidade significativa de elementos traços em urinas de crianças moradoras da região carbonífera como no estudo de Santos *et al.* (2018), bem como exposição radioativa, essa diretamente relacionada aos mineiros, em Veiga *et al.* (2004, 2006).

2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bibliometria realizada aponta que a temática das pesquisas científicas sobre mineração de carvão no Brasil traz pesquisas investigativas em solo, bem como de metais pesados decorrentes da DAM, que ainda se encontra presente nas áreas degradadas pela mineração de carvão no sul do país.

A degradação dos recursos hídricos das bacias hidrográficas das regiões carboníferas

também é destaque na produção científica, além disso, grande parte busca meios de recuperação dessas áreas, com proposições de inovações técnicas para a diminuição dos impactos físicos, químicos e biológicos. No entanto, do ponto de vista social, apresentam-se poucos instrumentos de pesquisa que tratam dos conflitos e problemática socioambiental. Verificou-se quantidade significativa de estudos sobre o risco da mineração para a saúde de pessoas, porém, são incipientes os estudos que retrataram as realidades dos atores sociais que são diretamente afetados pelos impactos negativos da atividade de mineração de carvão.

Os estudos relacionados à mineração de carvão no Brasil possuem grande perspectiva de crescimento, principalmente no que envolve a busca de discussões e desenvolvimento de tecnologias para melhor qualidade de vida e soluções para os impactos socioambientais das regiões carboníferas, bem como de políticas públicas, tanto para tomada de decisão no que tange a gestão de recursos de qualquer ordem, como no incentivo à geração de informações técnicas que permitam um desenvolvimento de fato sustentável.

As análises realizadas neste estudo permitiram identificar várias possibilidades de novos estudos para contribuir com o avanço na pesquisa e no desenvolvimento tecnológico no Brasil.

3 PERCEPÇÃO AMBIENTAL DAS COMUNIDADES CIRCUNVIZINHAS DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE CARVÃO NO SUL DE SANTA CATARINA

O crescente processo de degradação ambiental existente no planeta decorrente da ação humana sobre o meio natural tem provocado a necessidade de uma mudança de postura na tomada de decisão de medidas políticas e econômicas (MEADOWS; RANDERS; MEADOWS, 2007), principalmente das regiões que possuem passivos ambientais, como no caso da região sul de Santa Catarina, com áreas degradadas pela mineração de carvão.

A atividade de mineração provoca impactos negativos ambientais e sociais, tanto pela sua intensidade quanto pelo seu potencial de refletir os danos por grandes extensões (GRIFFITH, 1980; ZIMMERMANN; TREBIEN, 2001).

Sabe-se que, desde sua exploração inicial, a mineração impactou áreas protegidas com a supressão de vegetação nativa e poluição de solo, água e ar (JACOBI; CARMO; CAMPOS, 2011; MOSCHINI-CARLOS *et al.*, 2011), e gerou conflitos sociais e graves problemas de saúde da população (VOLPATO, 1982; MILIOLI, 2005).

Desta forma, os estudos de percepção ambiental possibilitam a compreensão da realidade a partir do ponto de vista dos sujeitos e podem contribuir com a sensibilização ambiental na busca da melhoria da qualidade de vida e preservação de seus valores sociais, morais e ambientais (NAIME; GARCIA, 2004).

Para Tuan (1980) existem diversas maneiras de perceber a paisagem e construir uma realidade a partir da vivência, sendo que, a percepção “é tanto a resposta dos sentidos aos estímulos externos, como a atividade proposital em que certos fenômenos são claramente registrados enquanto outros são bloqueados” (TUAN, 1980, p.4). Ao entrar em contato com o meio ambiente, as pessoas fazem uso dos cinco sentidos em um processo associado com os mecanismos cognitivos, sendo que cada indivíduo percebe e responde de forma diferentemente, sendo as respostas o resultado das percepções, dos processos cognitivos, julgamentos e expectativas de cada indivíduo em contato com o meio (TUAN, 1980). Contudo, percepção, atitudes, valores e suas consequências, a visão de mundo, devem ser o foco no entendimento da relação homem x natureza e seus respectivos reflexos.

A partir disso, pretendeu-se investigar a percepção ambiental dos moradores das comunidades do entorno de áreas degradadas pela mineração de carvão, no sul do Estado de Santa Catarina, avaliando os impactos socioambientais decorrentes dessa atividade e do processo de recuperação ambiental dessas áreas.

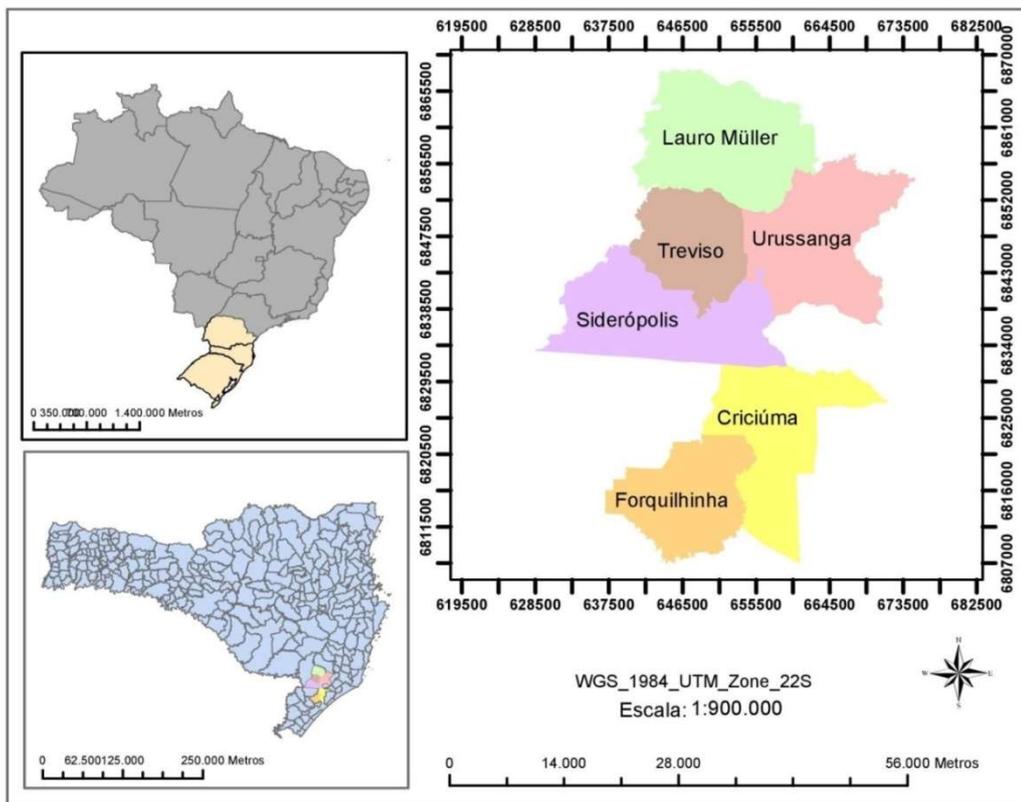
3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Área de estudo

Os municípios do estudo localizam-se na região sul do estado de Santa Catarina e encontram-se distribuídos entre as três bacias hidrográficas da região, Bacias Hidrográficas dos rios Araranguá, Tubarão e Urussanga.

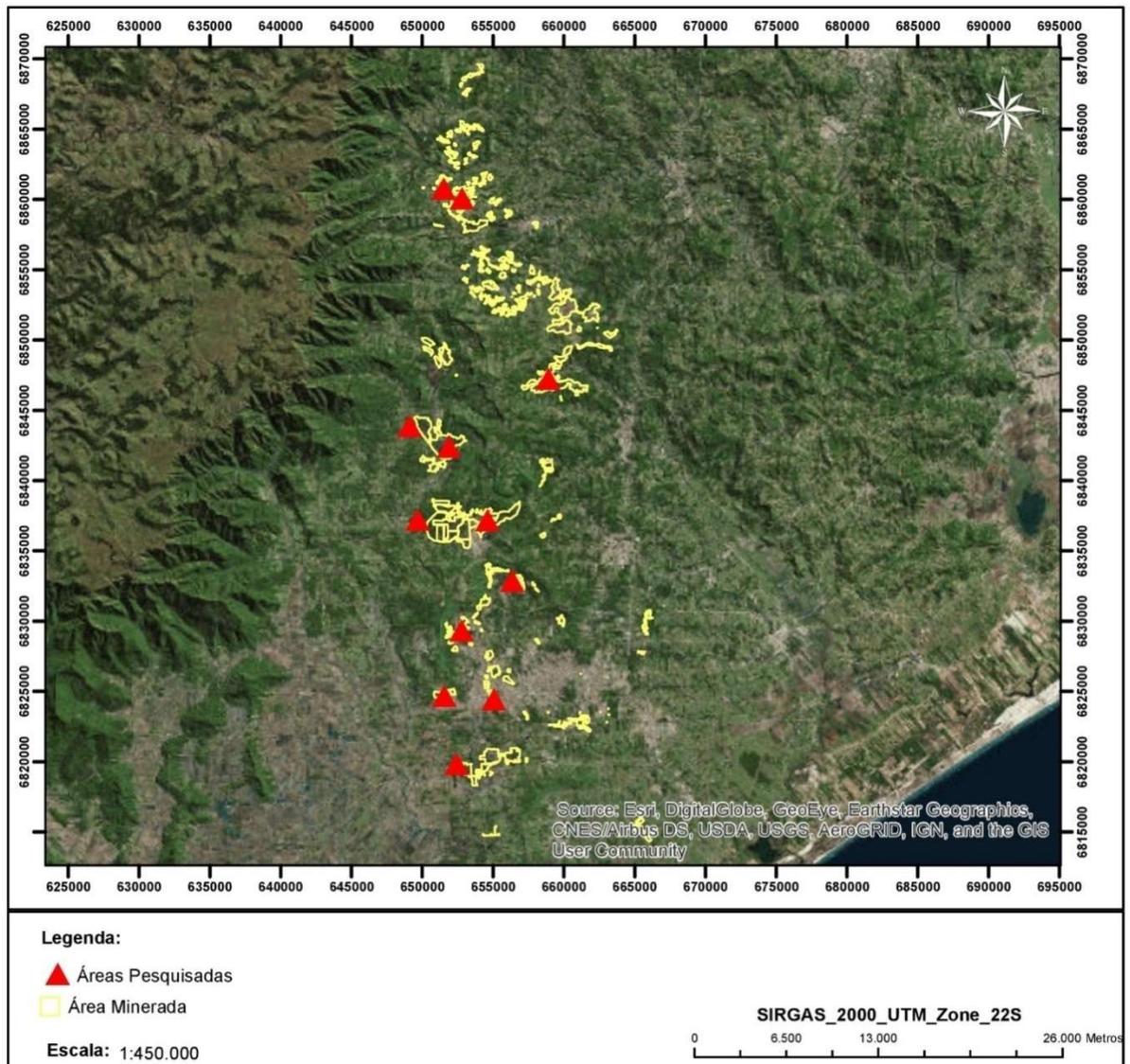
Foram selecionadas doze localidades (Figuras 5 a 16), pertencentes a seis municípios da região carbonífera: Criciúma, Forquilha, Lauro Müller, Siderópolis, Treviso e Urussanga (Figura 3), sendo seis localidades com áreas degradadas e seis com áreas em processo de recuperação. Seguiram-se os seguintes critérios para a seleção das localidades: a) pertencer à região carbonífera do Sul de Santa Catarina, b) ter havido exploração de carvão, seja em subsolo ou a céu aberto, e c) possuir áreas degradadas ou em processo de recuperação em que sua localização seja a mais próxima à moradias. Preferiu-se escolher ao menos uma localidade de cada município a fim de obter distribuição por toda Região Carbonífera (Figura 4).

Figura 3 - Localização dos seis municípios da presente pesquisa, da região carbonífera no sul de Santa Catarina.



Fonte: Do autor.

Figura 4 - Localização das 12 áreas selecionadas (na cor vermelha), para a presente pesquisa, distribuídas na região carbonífera do sul de Santa Catarina, conforme localização das áreas mineradas (na cor amarela).

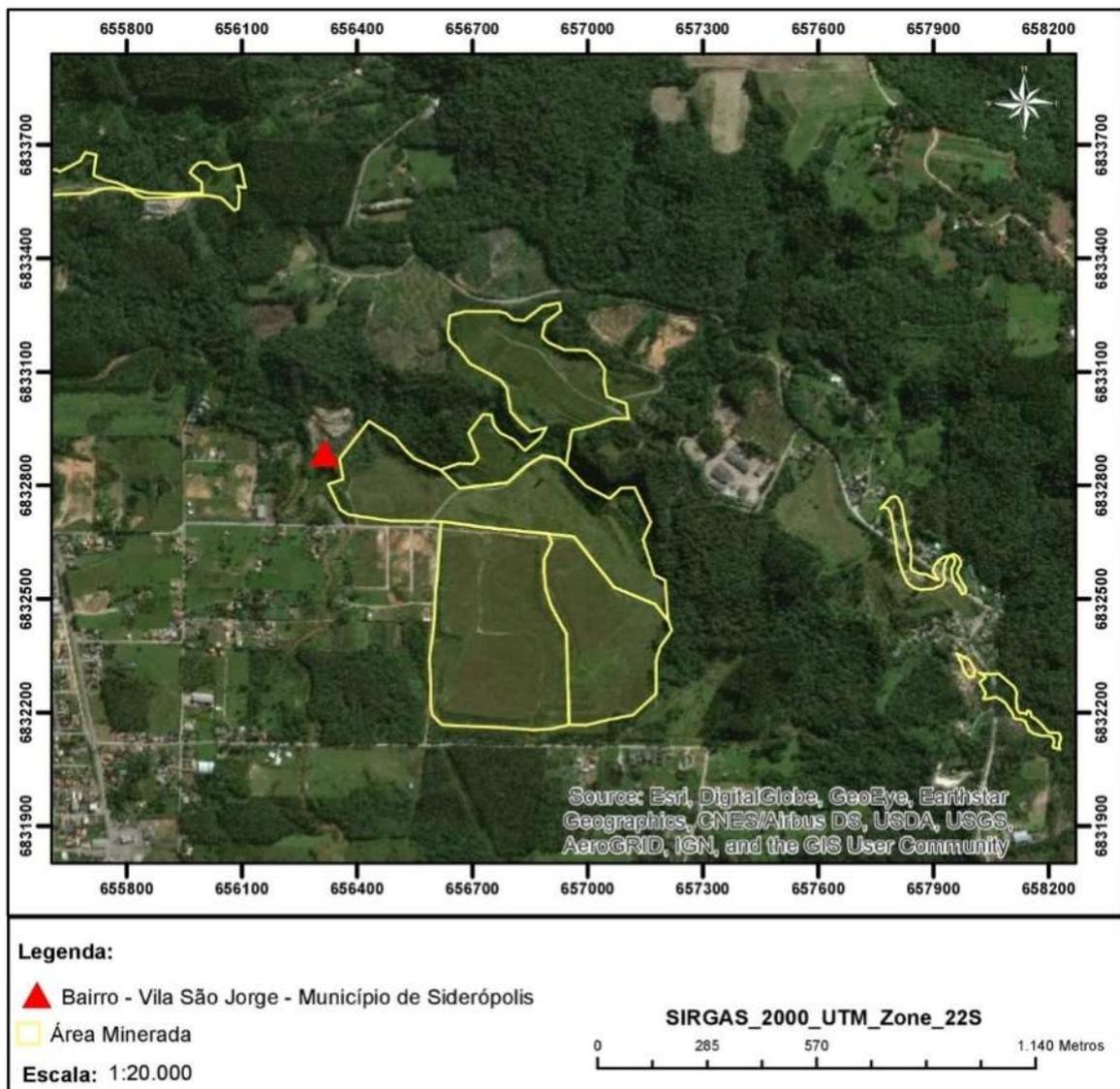


Fonte: Do autor.

Vila São Jorge é uma localidade pertencente ao município de Siderópolis, que fica próximo à Rodovia SC-445, na zona periférica.

Possui áreas em processo de recuperação ambiental, porém os recursos hídricos encontram-se contaminados por Drenagem Ácida de Mina (DAM) (Figura 5).

Figura 5 - Localização da área de estudo na localidade de Vila São Jorge, município de Siderópolis, Santa Catarina, em amarelo a delimitação das áreas em processo de recuperação ambiental.

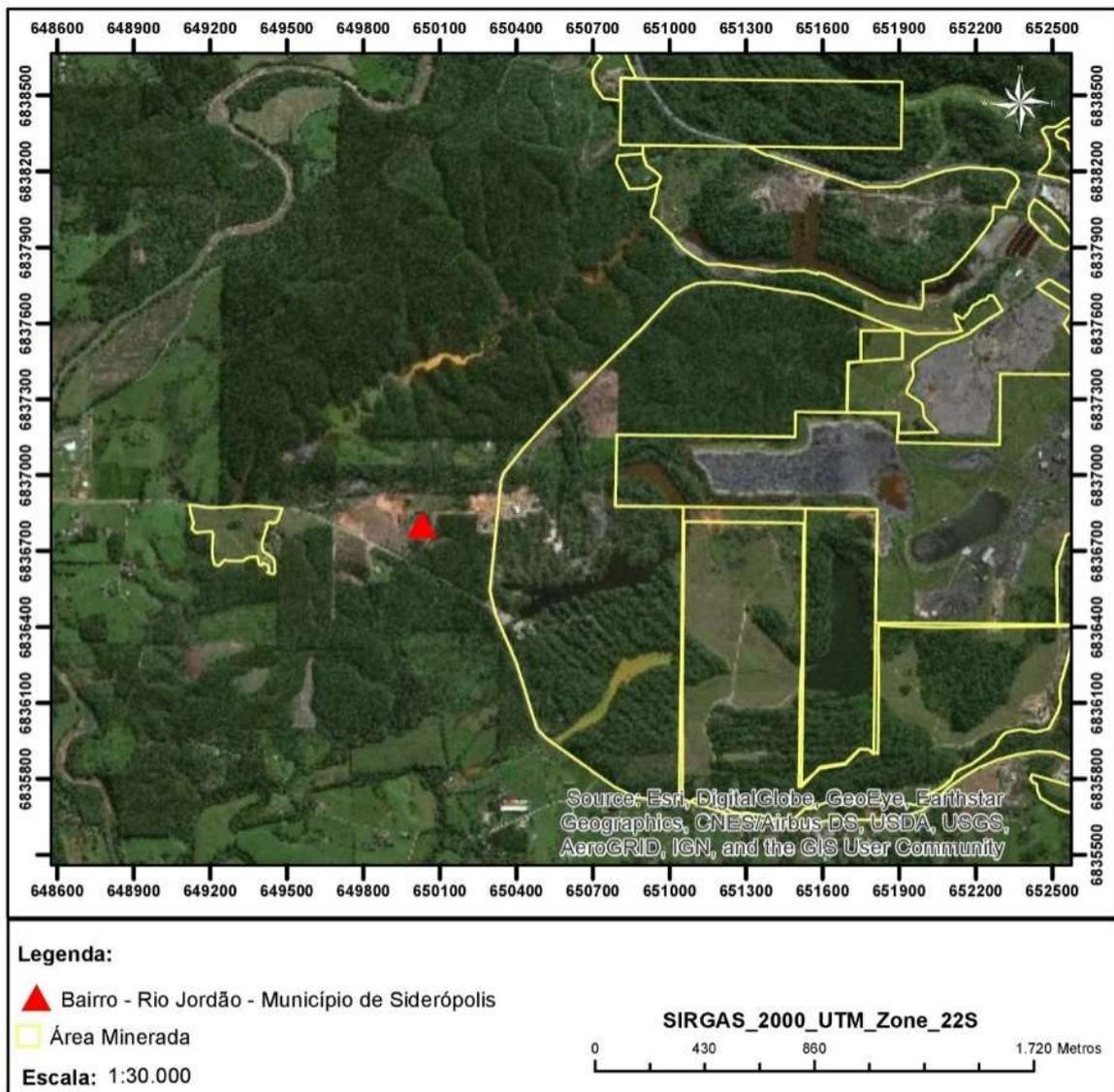


Fonte: Do autor.

Rio Jordão é uma localidade pertencente ao município de Siderópolis, na zona periférica, e seu acesso se dá pela Estrada Geral Jordão.

Possui áreas degradadas como a área denominada Vila Funil conhecida popularmente como a Lagoa “língua do dragão” que se encontra contaminada por Drenagem Ácida de Mina (DAM), além dos estêreis de mineração dispostos nas áreas ao redor da lagoa (Figura 6).

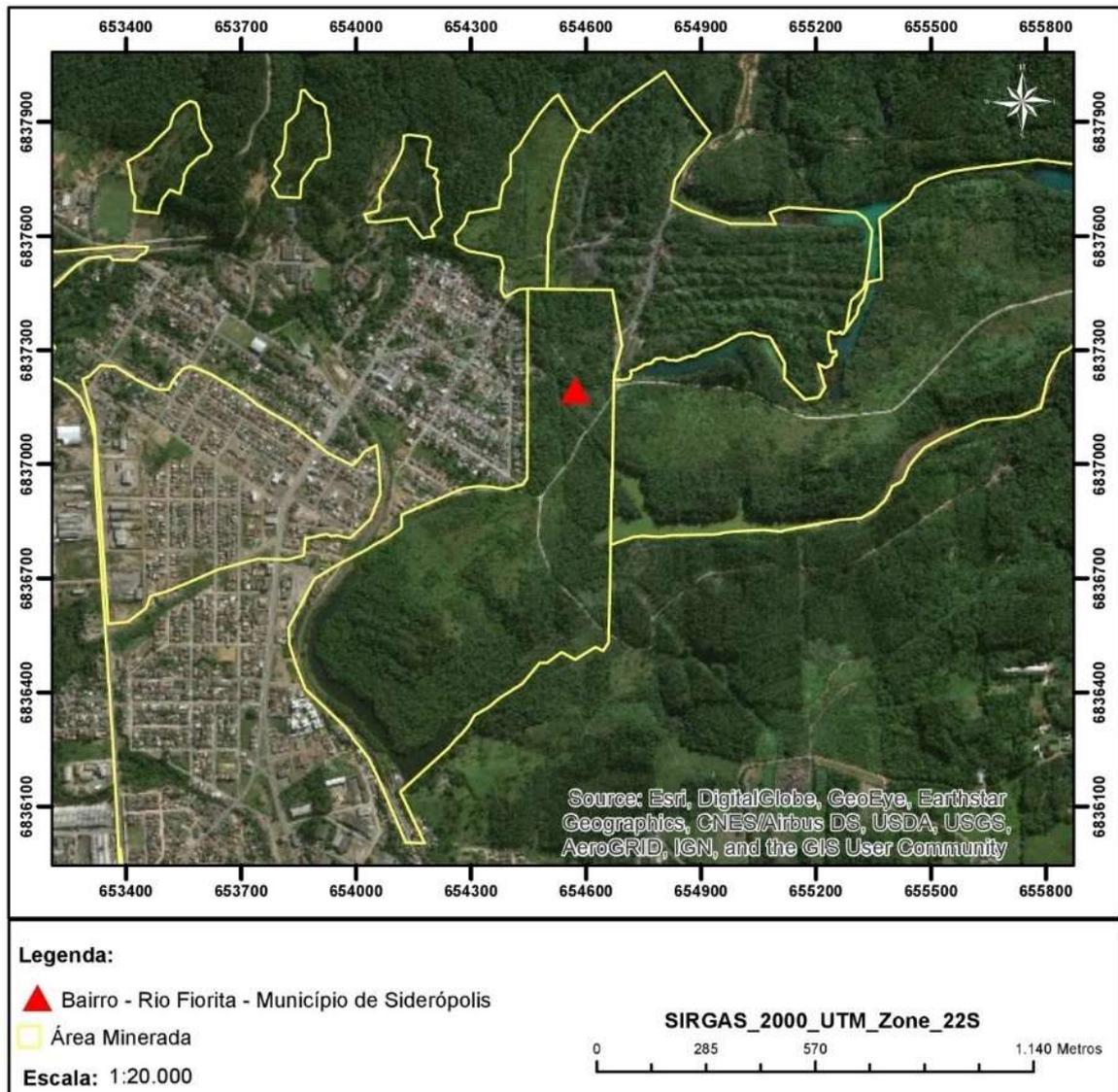
Figura 6 - Localização da área de estudo na localidade de Rio Jordão, no município de Siderópolis, em amarelo a delimitação das áreas degradadas.



Fonte: Do autor.

Rio Fiorita é uma localidade também pertencente ao município de Siderópolis, inserido na zona urbana e possui áreas em processo de recuperação ambiental, com cobertura vegetal arbórea, não apresentando rejeito ou estéril exposto (Figura 7). Porém, os recursos hídricos ainda se encontram contaminados.

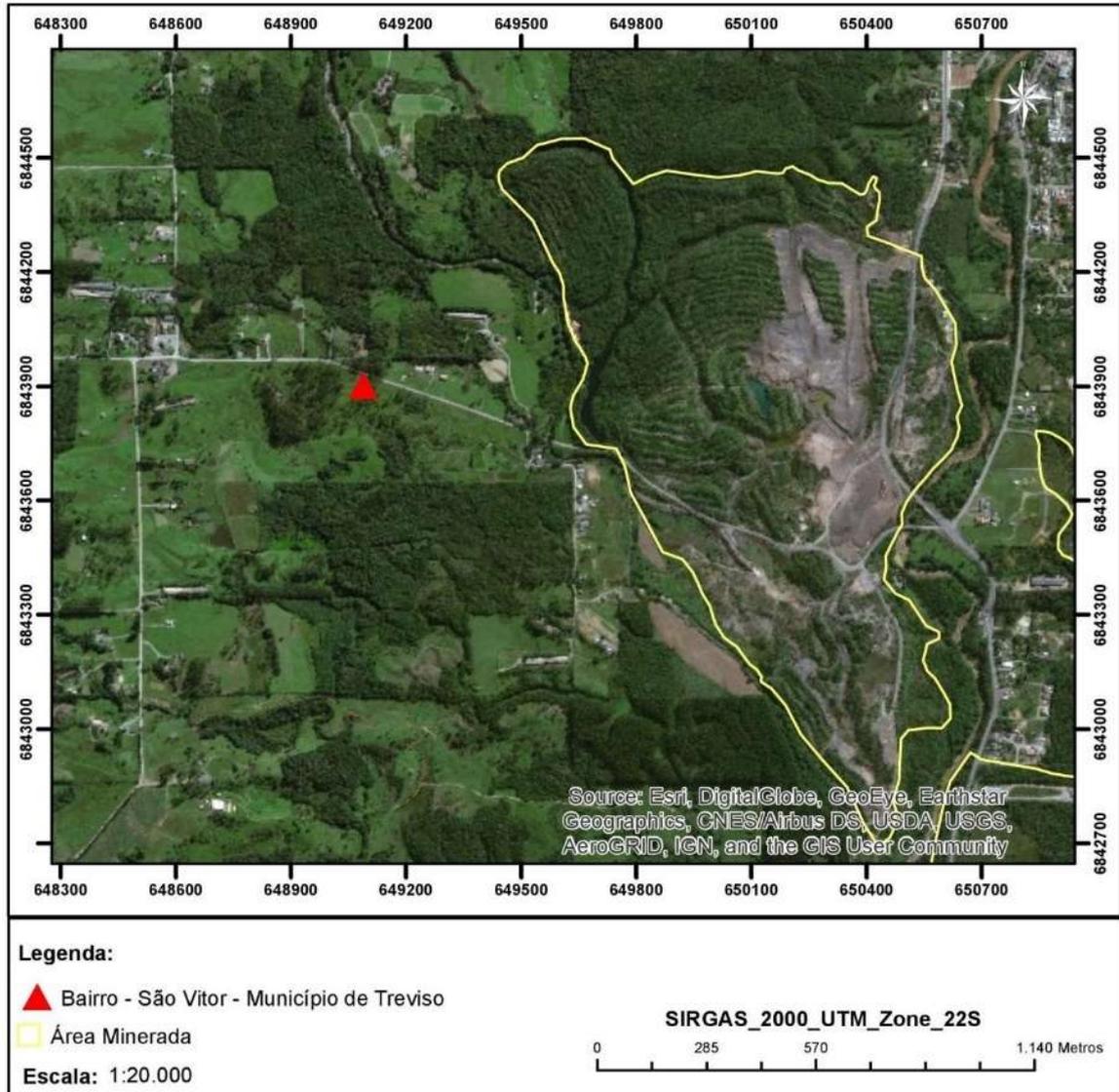
Figura 7 - Localização da área de estudo na localidade de Rio Fiorita, município de Siderópolis, Santa Catarina, em amarelo a delimitação das áreas em processo de recuperação ambiental.



Fonte: Do autor.

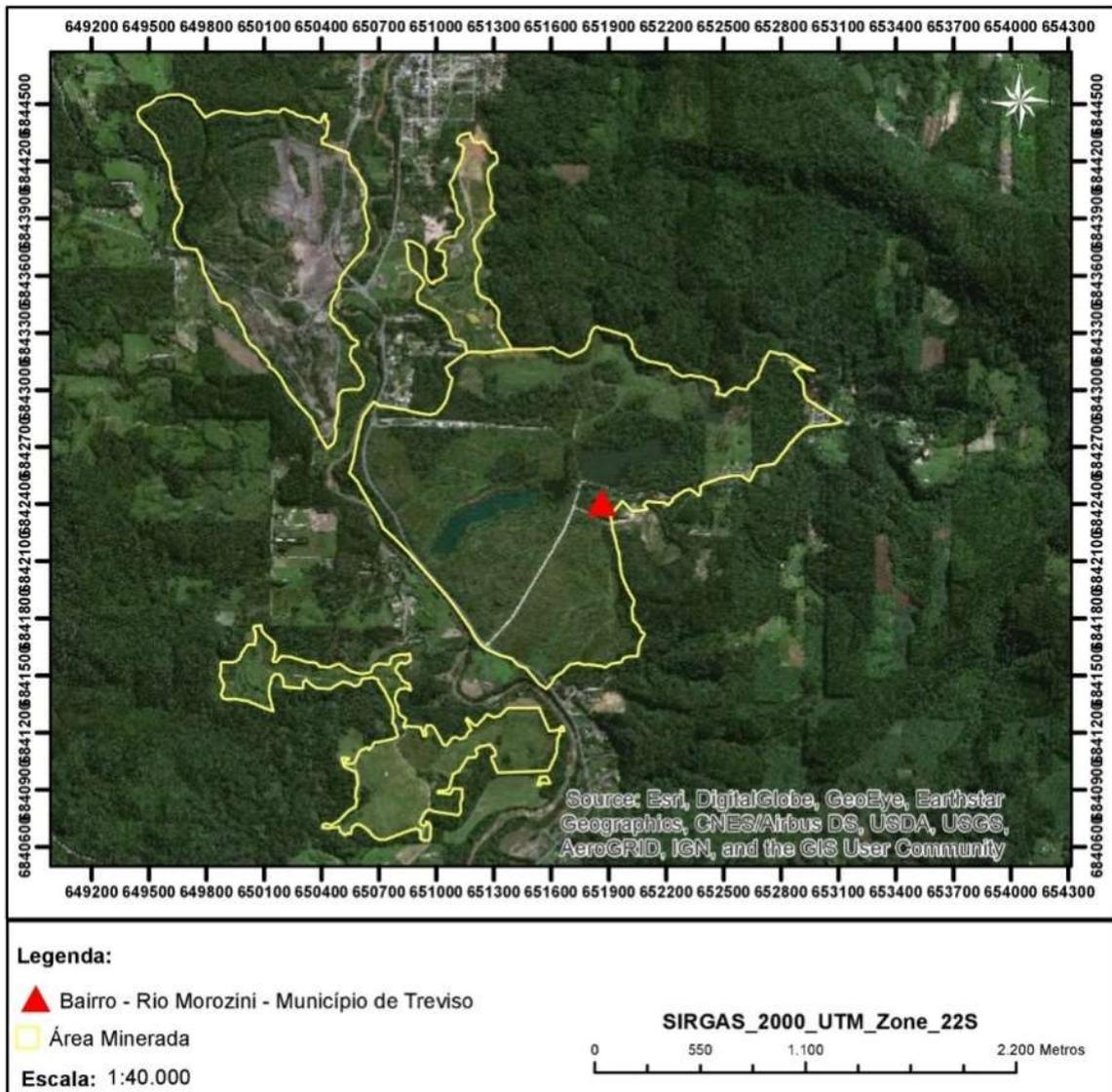
São Vitor e Rio Morozini são localidades pertencentes ao município de Treviso, inseridos na zona rural e possuem áreas em processo de recuperação ambiental, não apresentando rejeito ou estéril exposto, porém os recursos hídricos são contaminados por Drenagem Ácida de Mina (DAM) (Figuras 8 e 9).

Figura 8 - Localização da área de estudo na localidade de São Vitor, município de Treviso, Santa Catarina, em amarelo a delimitação das áreas em processo de recuperação ambiental.



Fonte: Do autor.

Figura 9 - Localização da área de estudo na localidade de Rio Morozini, município de Treviso, Santa Catarina, em amarelo a delimitação das áreas em processo de recuperação ambiental.

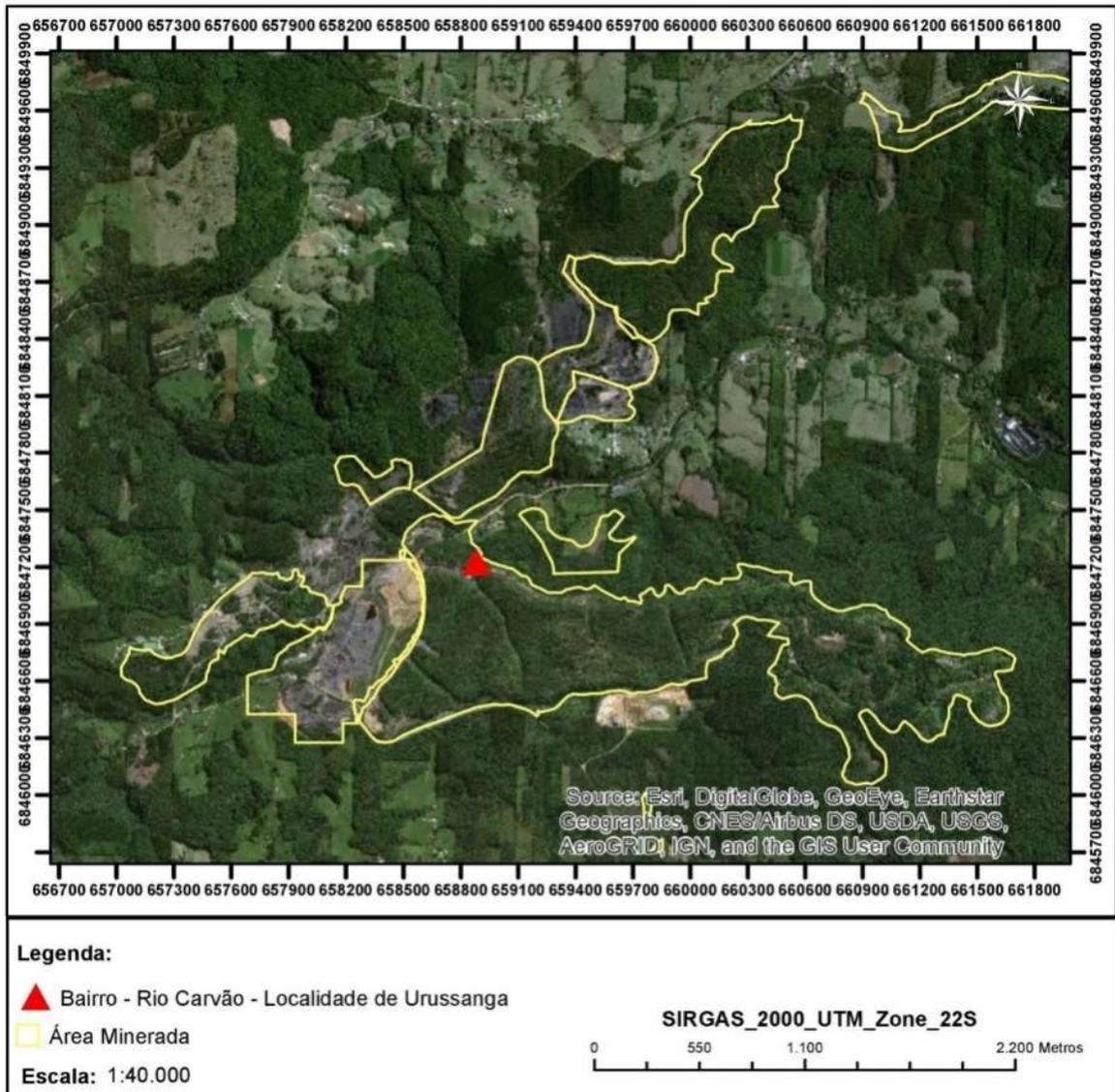


Fonte: Do autor.

Rio Carvão é uma localidade pertencente ao município de Urussanga, inserido na zona rural.

Possui áreas degradadas, com rejeito e estéril exposto, e recursos hídricos contaminados por Drenagem Ácida de Mina (DAM) (Figura 10).

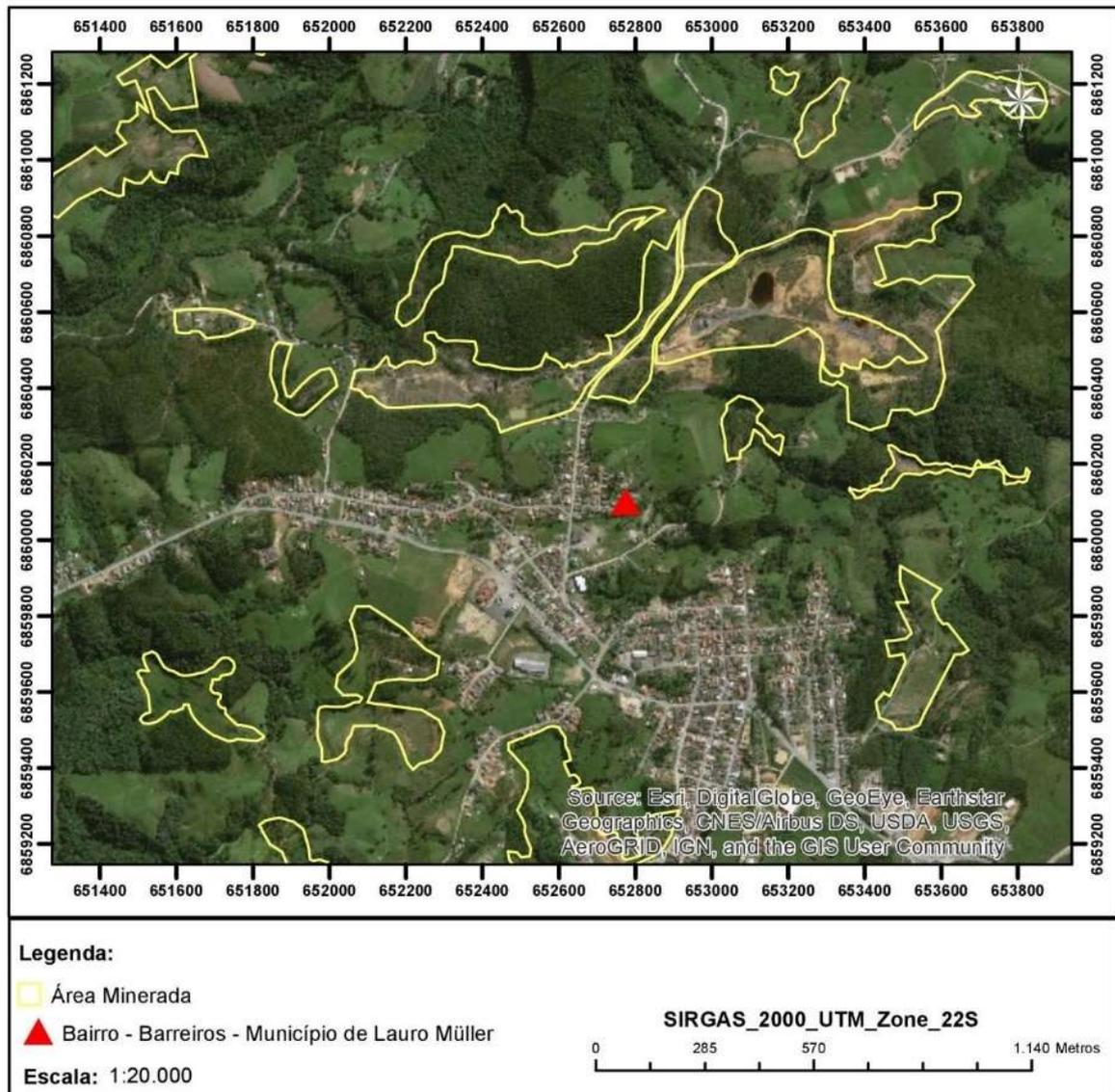
Figura 10 - Localização da área de estudo na localidade de Rio Carvão, município de Urussanga, Santa Catarina, em amarelo a delimitação das áreas degradadas.



Fonte: Do autor.

Barreiros é uma localidade pertencente ao município de Lauro Muller, inserido na zona rural e possui áreas degradadas com rejeito e estéril exposto, e seus recursos hídricos contaminados por Drenagem Ácida de Mina (DAM) (Figura 11).

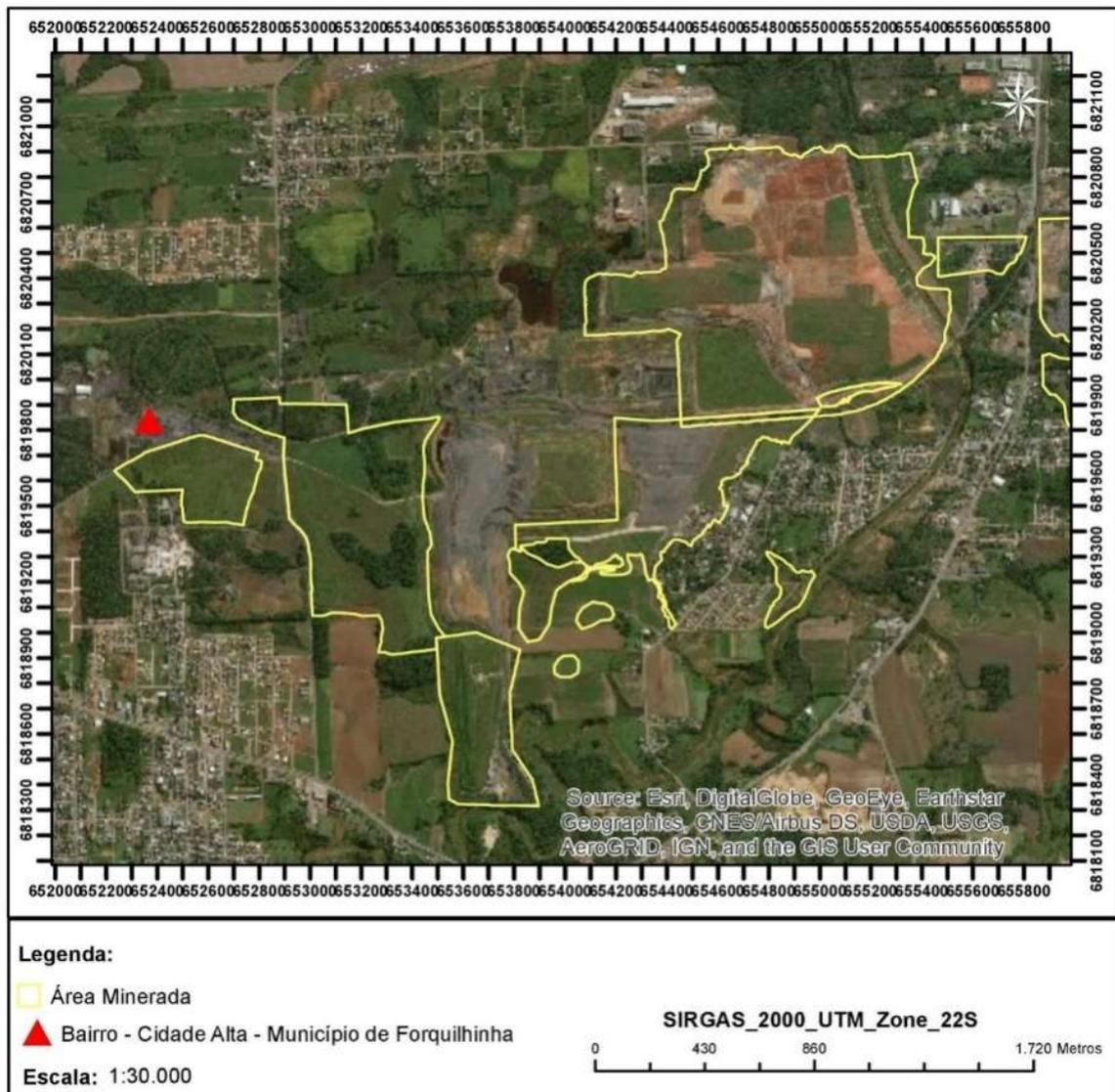
Figura 11 - Localização da área de estudo na localidade de Barreiros, município de Lauro Müller, Santa Catarina, em amarelo a delimitação das áreas degradadas.



Fonte: Do autor.

Cidade Alta é uma localidade pertencente ao município de Forquilha, inserido na zona urbana periférica e possui áreas degradadas com rejeito e estéril exposto, e recursos hídricos contaminados por Drenagem Ácida de Mina (DAM) (Figura 12).

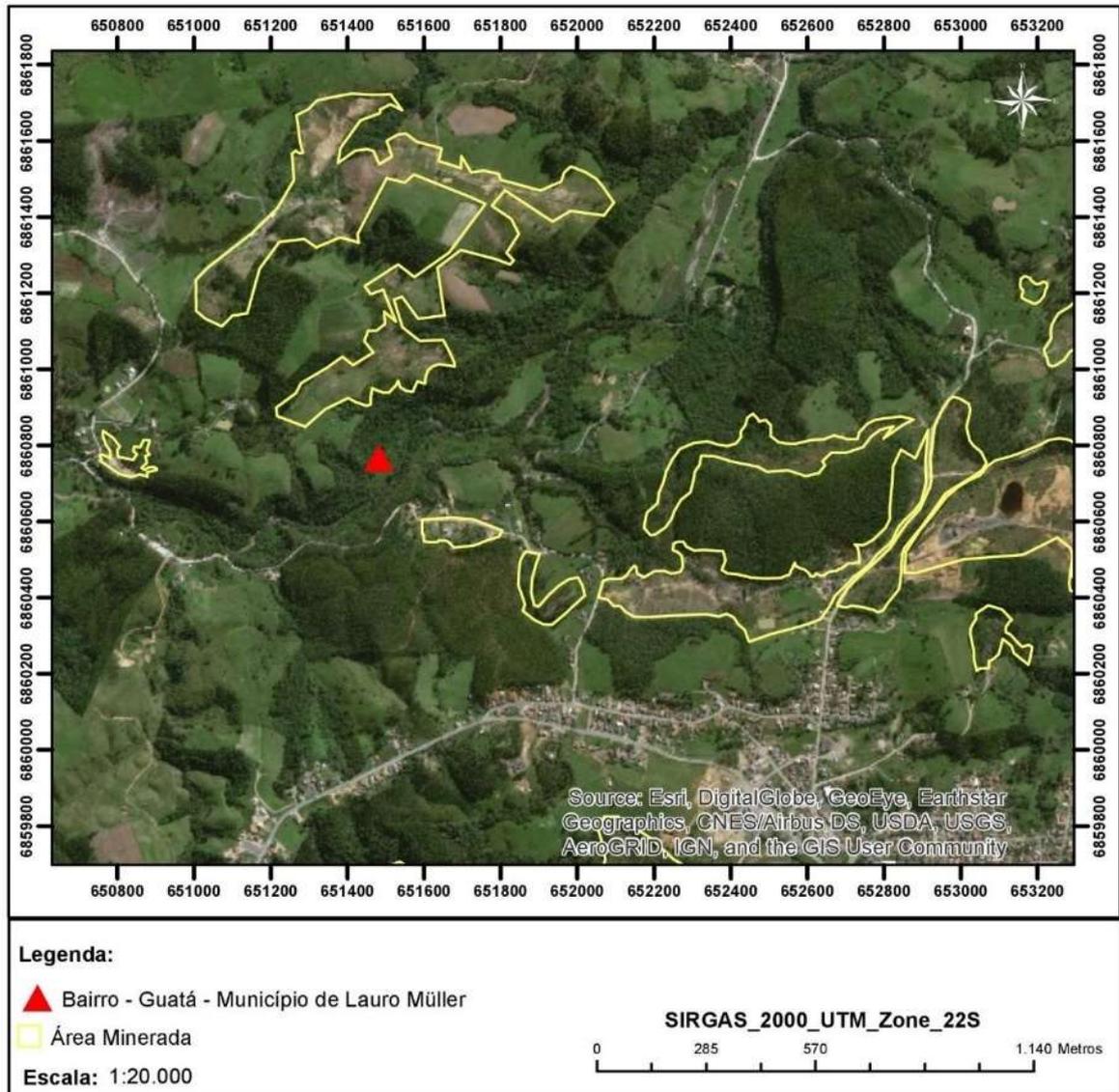
Figura 12 - Localização da área de estudo na localidade de Cidade Alta, município de Forquilha, Santa Catarina, em amarelo a delimitação das áreas degradadas.



Fonte: Do autor.

Guatá é uma localidade pertencente ao município de Lauro Muller, inserido na zona urbana, sendo a primeira área a ocorrer exploração de carvão, e possui áreas degradadas com rejeito e estéril exposto, além de recursos hídricos contaminados por Drenagem Ácida de Mina (DAM) (Figura 13).

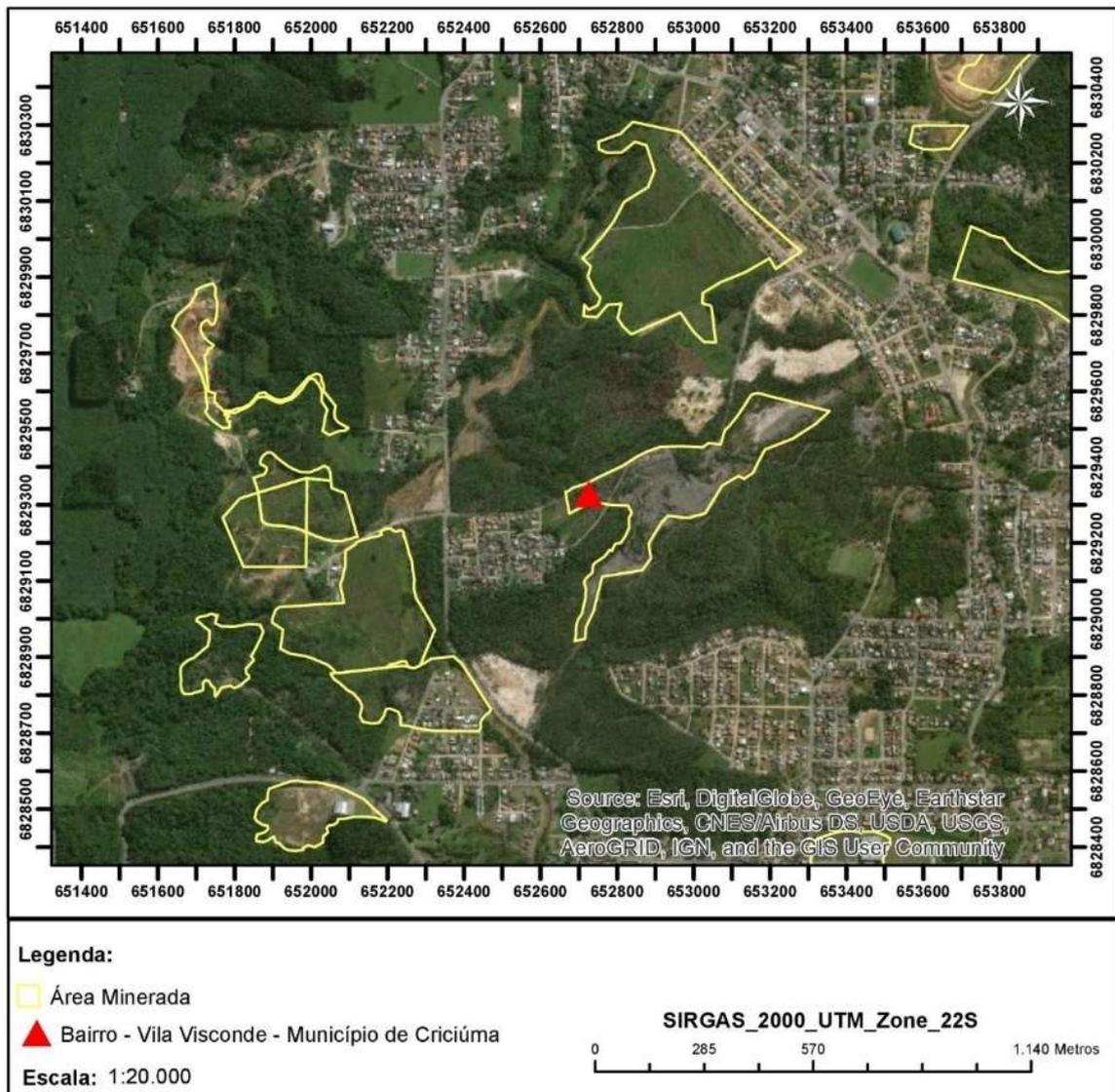
Figura 13 - Localização da área de estudo na localidade de Guatá, município de Lauro Müller, Santa Catarina, em amarelo a delimitação das áreas degradadas.



Fonte: Do autor.

Vila Visconde é uma localidade pertencente ao município de Criciúma, inserido na zona urbana periférica, e possui áreas degradadas com rejeito e estéril exposto, além de recursos hídricos contaminados por Drenagem Ácida de Mina (DAM) (Figura 14).

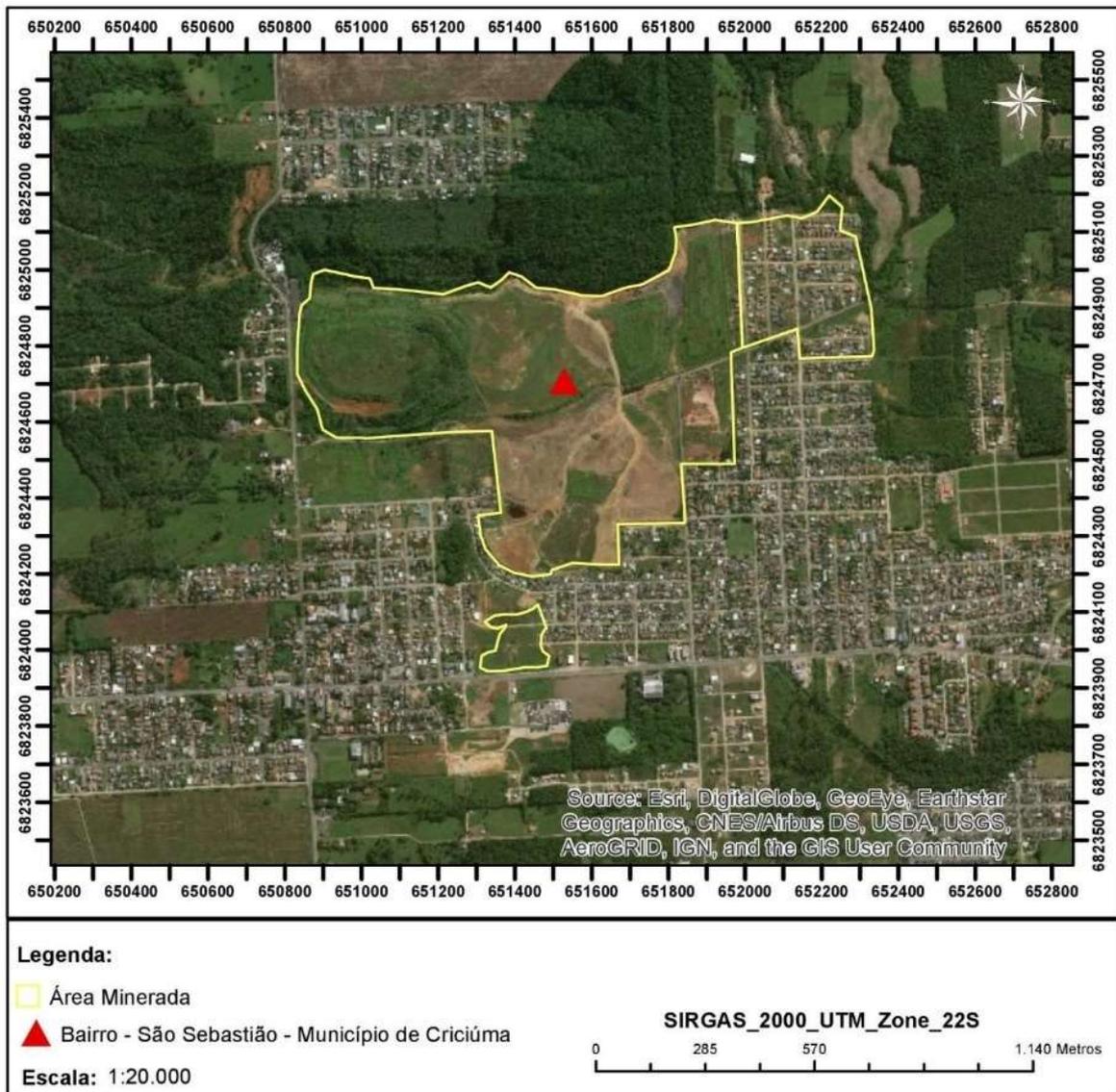
Figura 14 - Localização da área de estudo na localidade de Vila Visconde, município de Criciúma, Santa Catarina, em amarelo a delimitação das áreas degradadas.



Fonte: Do autor.

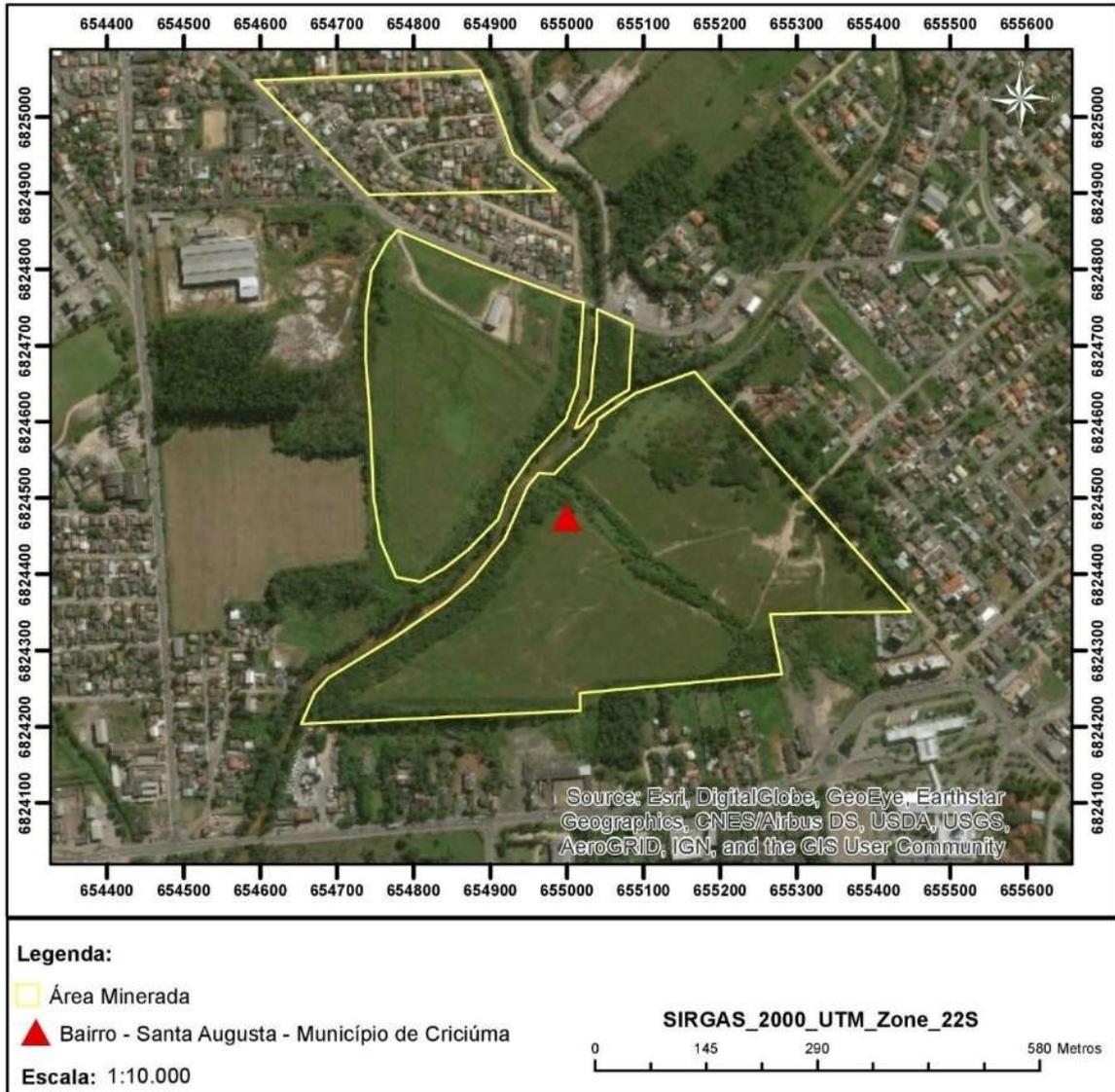
São Sebastião e Santa Augusta são localidades também pertencentes ao município de Criciúma, inseridos na zona urbana, e possuem áreas em processo de recuperação ambiental, porém os recursos hídricos são contaminados por Drenagem Ácida de Mina (DAM) (Figuras 15 e 16).

Figura 15 - Localização da área de estudo na localidade de São Sebastião, município de Criciúma, Santa Catarina, em amarelo a delimitação das áreas em processo de recuperação ambiental.



Fonte: Do autor.

Figura 16 - Localização da área de estudo na localidade de Santa Augusta, município de Criciúma, SC, em amarelo a delimitação das áreas em processo de recuperação ambiental.



Fonte: Do autor.

Para o status das áreas (Tabela 5), seguiu-se o documento Critérios para Recuperação ou Reabilitação de Áreas Degradadas pela Mineração de Carvão Revisão 07, do Processo de Cumprimento da Sentença nº. 2000.72.04.002543-9 (Ação Civil Pública nº 3.8000.533-4) do Ministério Público Federal, sendo,

Área degradada: compreende-se aquela onde ocorreu, por ação antrópica, perda de algumas de suas características físicas, químicas e bióticas, suficientes para prejudicar a estabilidade do ecossistema e afetar negativamente seu potencial socioeconômico. A degradação de uma área verificasse quando, de forma simultânea ou isolada, ocorre: a) a supressão ou alteração da cobertura vegetal; b) a destruição ou a expulsão da fauna; c) a cobertura ou remoção da camada de solo fértil; d) a alteração em volume ou perda da qualidade física, química e biológica dos corpos hídricos superficiais e das águas subterrâneas. (MPF, 2015, p.1).

Neste caso, estabeleceu-se também aquelas áreas que possuíam ao menos rejeito ou estéril de mineração exposto, bem como sem nenhuma outra ação que remetesse às ações de recuperação, como cercamento, placas de sinalização e identificação e cronogramas.

Já as áreas em processo de recuperação são aquelas que possuem cobertura vegetal nativa, sem processos erosivos ou exposição do solo e que houvesse ações que remetessem a atividade que está sendo executada como cercas e placas.

Tabela 5 – Identificação das áreas de estudo, região carbonífera, sul de Santa Catarina.

Nº da Área	Município	Nome da Localidade	Status da área
1	Siderópolis	Vila São Jorge	Em recuperação
2	Siderópolis	Rio Jordão	Degradada
3	Siderópolis	Rio Fiorita	Em recuperação
4	Treviso	São Vitor	Em recuperação
5	Treviso	Rio Morozini	Em recuperação
6	Urussanga	Rio Carvão	Degradada
7	Lauro Muller	Barreiros	Degradada
8	Forquilha	Cidade Alta	Degradada
9	Lauro Müller	Guatá	Degradada
10	Criciúma	Vila Visconde	Degradada
11	Criciúma	São Sebastião	Em recuperação
12	Criciúma	Santa Augusta	Em recuperação

Fonte: Do autor.

3.1.2 Coleta de dados

O presente estudo está inserido no âmbito da pesquisa qualitativa por buscar compreender a realidade social e sua relação com o meio ambiente e com as questões socioeconômicas (CHIZZOTTI, 1998; MARCONI; LAKATOS, 2010). Possui perspectiva exploratória com objetivo de alcançar o panorama geral da situação atual dos moradores e buscar compreender como é o olhar de quem vive a realidade (GIL, 1999; 2008).

Para o presente estudo, o formulário de entrevista (Apêndice A) contou com duas etapas: formulário com informações para a caracterização do perfil dos entrevistados, com nome, gênero, idade e quanto tempo reside no local, seguido de formulário com os aspectos das áreas mineradas do entorno para o estudo da percepção ambiental dos entrevistados sobre a área onde residem. Entrevista-piloto foi realizada a fim de verificar as possíveis adequações do formulário de entrevista. As entrevistas foram realizadas com todos os moradores que estavam

disponíveis em suas residências no momento da pesquisa e aceitaram espontaneamente participar da entrevista, com assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), sendo entrevistada somente uma pessoa de cada residência.

A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética de Pesquisas com Seres Humanos (CEPSH) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) sob número 80660217.1.0000.0121 e integra o projeto de pesquisa “Uso de *Baccharis* spp. em regiões mineradoras de Santa Catarina: explorando as interfaces entre a etnoecologia e a bioacumulação”, coordenado pela Profa. Dra. Natalia Hanazaki da UFSC.

3.1.3 Análise de dados

Os dados dos formulários de entrevista foram organizados em planilha de dados do programa do Pacote Office Excel, programa também utilizado para as análises quantitativas.

Avaliaram-se as respostas dos entrevistados a partir do método de análise de conteúdo (BARDIN, 1977), e com isso, foram elaboradas categorias de classe para melhor avaliar o perfil dos entrevistados com relação à idade e ao tempo que mora no local; uma lista de categorias aglomerando as atividades afins (Tabela 6) para a organização das indicações dos entrevistados quanto aos usos futuros das áreas, e para a percepção de qualidade do ar, água e solo, foram listadas as respostas dos entrevistados de acordo com a seguinte escala: muito ruim, ruim, regular, bom e ótimo.

Com isso, os resultados apresentam-se divididos em eixos distintos de percepção, sendo eles: Percepção sobre a atividade de mineração, Percepção sobre a situação atual das áreas, Usos Futuros, Percepção da contaminação e Percepção do Processo de Recuperação Ambiental.

Tabela 6 – Categorias para organização dos usos futuros indicados pelos entrevistados, região carbonífera, sul de Santa Catarina.

Categoria	Descrição
Lazer	Campo de futebol, parques infantis, parques públicos, praças públicas.
Industrial	Indústrias, empresas de bens e serviços, comércio.
Residencial	Loteamentos, condomínios, habitação popular.
Ecológico	Plantio de árvores nativas, florestas, parques municipais.
Agricultura	Áreas de produção agrossilvipastoril e reflorestamentos comerciais.
Serviços municipais	Postos de saúde, hospitais, escolas, creches, cemitérios, terminal de ônibus, centros comunitários.

Fonte: Do autor.

3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas ao todo, 193 entrevistas nas 12 localidades visitadas. Ao analisar os resultados obtidos, percebeu-se maior participação de mulheres, posto que 71% pertencem ao sexo feminino e 29% ao sexo masculino. A idade mínima foi de 15 anos e máxima de 86 anos, sendo que 42% dos entrevistados possuíam faixa etária de 56 a 75 anos.

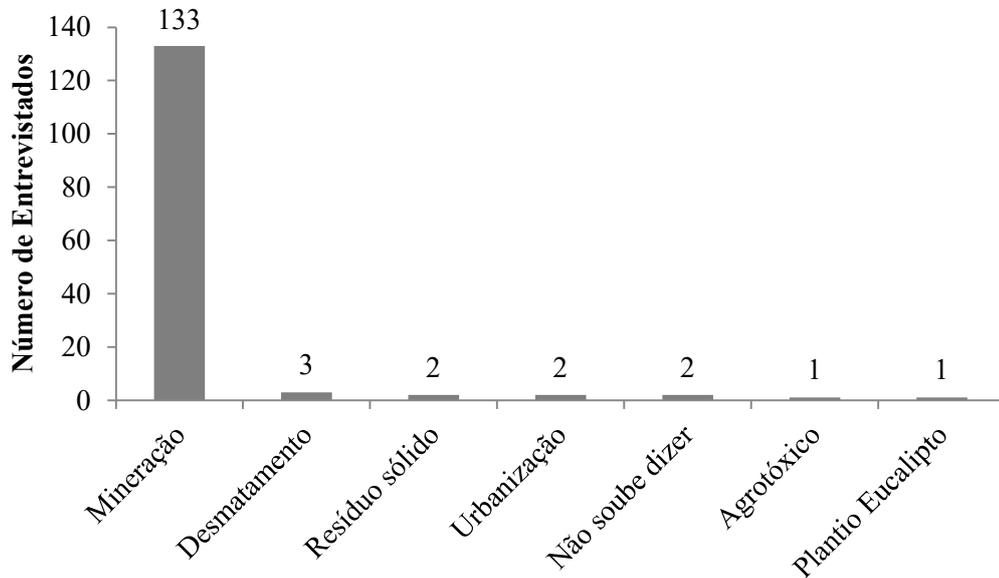
Tabela 7 - Perfil dos entrevistados do presente estudo, com n=193.

Categoria	Característica	Número de entrevistados
Sexo	Feminino	137 (71%)
	Masculino	56 (29%)
Idade (anos)	15-25	15 (7,8%)
	26-35	22 (11,4%)
	36-45	30 (15,5%)
	46-55	27 (14%)
	56-65	41 (21,2%)
	66-75	41 (21,2%)
	76-85	15 (7,8%)
	86-95	2 (1%)
Tempo de residência (anos)	1-10	39 anos
	11-20	40 anos
	21-30	16 anos
	31-40	26 anos
	41-50	36 anos
	51-60	22 anos
	61-70	12 anos
	71-80	2 anos

Fonte: Do autor.

Um número expressivo de entrevistados, 74,6% (n=144), afirmam que a região onde vivem é degradada, e quando questionados sobre o que gerou tal degradação, 92,4 % (n=133) apontam a mineração de carvão como a fonte da degradação ambiental (Figura 17). Os demais, 25,4% (n=49) afirmam que a área de sua comunidade não apresenta degradação.

Figura 17 - Número de entrevistados que responderam que consideram degradada a área onde vivem em relação à fonte da degradação ambiental, da presente pesquisa.



Fonte: Do autor.

3.2.1 Percepção sobre a atividade de mineração

Quando perguntados sobre qual a visão que possuem sobre a atividade de mineração de carvão na região, exatamente metade dos entrevistados, 50% (n=96), afirmam que a atividade possui dois lados, positivo e negativo. Sendo positivo pela geração de empregos, porém negativo para as questões de saúde e dos aspectos ambientais, principalmente pela degradação dos rios da região. Alguns relatos dos entrevistados:

“O emprego é bom, mas eles têm que ter consciência do estrago que faz, só visa o lucro, não foi feito nada e o rio está poluído” (E12);

“Ruim, porque fica o que não presta, mas é bom pelo emprego” (E13);

“Uma benção pelo emprego, mas afeta o meio ambiente” (E30).

Salienta-se que 26% (n=51) dos entrevistados afirmam que a atividade de mineração de carvão é vista somente como positiva, pela geração de empregos e o desenvolvimento econômico da região. Alguns entrevistados ainda relatam ser positiva pelos benefícios da aposentadoria de quem trabalha na mineração, pois para esta atividade o regime é especial, podendo, em alguns casos, aposentar-se com no mínimo 15 anos de contribuição. Entretanto, 17% (n=32) dos entrevistados afirmam que a atividade de mineração de carvão é extremamente negativa, prejudicial ao meio ambiente e à saúde das pessoas.

Um dos entrevistados afirmou: *“Negativo, a mina mata em cima e embaixo”* (E114),

referindo-se à mineração de subsolo e a céu aberto, com os riscos aos mineiros que trabalhavam nas galerias das minas e à população que recebia os efeitos da poluição.

Sobre esses tipos de efeitos da poluição com impactos na saúde, Veiga *et al.* (2006), apontam que a mortalidade por câncer de pulmão foi observada nos mineiros que trabalham nas minas em subsolo e com uma tendência significativa de se agravar devido ao tempo de exposição do trabalhador. E para os trabalhadores de superfície da mina, a causa de morte por pneumonia é mais significativo estatisticamente ao ser comparado com os mineiros de subsolo. Os dados do Ministério da Saúde indicam que os trabalhadores de mina possuem 20% de probabilidade de ocorrência da pneumoconiose dos Trabalhadores de Carvão (PTC), após os 15 anos de trabalho no subsolo (BRASIL, 2006). Esta patologia ficou conhecida como doença do pulmão negro, e possui identidade relacionada diretamente aos mineiros de carvão.

Segundo Martins (2005), desde a década de 70, milhares de pessoas dependiam direta ou indiretamente da atividade de carvão na região. Trabalhadores de diversas origens migraram de suas regiões estimulados pelas oportunidades de trabalho nas minas. A população rural agrícola transformou-se aos poucos também na população urbana operária mineira (VOLPATO, 1989).

Milioli (2005) destaca que a atividade de mineração no sul de Santa Catarina teve uma inegável importância na expansão da economia nacional. No entanto, também criou problemas relacionados aos baixos níveis de qualidade de vida e à degradação da qualidade ambiental que resulta de práticas de desenvolvimento insatisfatórias.

A exploração fez com que algumas famílias deixassem suas terras para dar lugar a extração do carvão, porém após as crises e a forte redução no uso de mão de obra na atividade mineira, estas famílias acabaram ocupando áreas de risco geradas pela própria mineração do carvão, locais periféricos com rejeito piritoso, que hoje estão em processo de urbanização. Na localidade de Guatá, no município de Lauro Müller, entrevistados relatam que construíram suas casas em meio a “pirita” (rejeito):

“Se cavar aqui encontra a pirita, nessas casas aqui tudo tem pirita embaixo” (E135);

“Aqui é muito carvão, debaixo das casas aqui tem tudo, onde não tem as plantas vem” (E147).

Além disso, o relato de uma entrevistada relembra o registro da maior taxa de mortalidade infantil em Lauro Müller:

“Aqui (Guatá, Lauro Müller) teve o maior índice de mortalidade infantil da ONU na década de 50” (E129).

Na época, as doenças não eram facilmente tratáveis e as condições eram precárias,

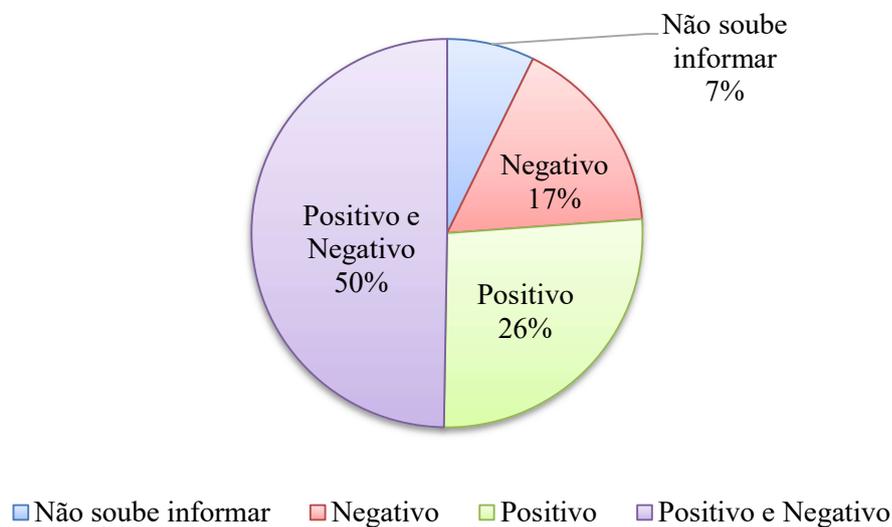
sendo que as águas de nascentes e rios apresentavam contaminação, e com isso, cerca de 170 crianças, das 200 que nasceram no ano de 1948, vieram a óbito (PHILOMENA; FOLLMANN; GONÇALVES, 2012).

Outra entrevistada aborda o impacto sentido em suas atividades da terra, de produção agrícola:

“Antes colhia as coisas bonita na terra, agora foi tudo afetado pela poluição das mineradoras” (E87), tratando da contaminação dos solos e águas que afetaram as atividades de agricultura da região que foi comprometida pelo esgotamento do solo com contaminação e dos casos de subsidências.

Segundo estudos de Milioli (2005) e Volpato; Menezes; Silva (2017) esses efeitos negativos são sentidos até mesmo em áreas de zona costeira, nas comunidades dependentes da pesca, que foram afetadas pela atividade de carvão à montante. Estes fatos reforçam as consequências ocasionadas pela degradação ambiental refletindo o impacto socioambiental na vida dos moradores.

Figura 18 - Percentual das respostas dos entrevistados quando perguntado o que acham da atividade de mineração de carvão, da presente pesquisa.



Fonte: Do autor.

3.2.2 Percepção sobre a situação atual das áreas

Houve a separação de dois tipos de situação das áreas, como degradada e em processo de recuperação. Por conta do processo de Cumprimento da Sentença nº. 2000.72.04.002543-9 da ACP do Carvão (Ação Civil Pública nº 3.8000.533-4) do Ministério Público Federal, as áreas de mineração de carvão da região carbonífera passaram por análise de sua situação,

cadastramento, identificação de réu e se possuem ações de recuperação estabelecidas em cronogramas. Algumas áreas da região já tiveram algum tipo de intervenção de recuperação, porém tantas outras não apresentaram nenhuma ação até o presente momento, tendo ainda rejeito e estéreis expostos, e encontram-se ausentes de cobertura vegetal, além dos recursos hídricos que estão, em sua maioria, contaminados por drenagem ácida de mina (DAM).

Das áreas que se encontram em processo de recuperação, com ações possíveis à percepção visual como introdução de vegetação e trabalhos com maquinário, nas localidades de Vila São Jorge e Rio Fiorita, em Siderópolis, São Vitor e Rio Morozini em Treviso e São Sebastião e Santa Augusta em Criciúma, 25% dos entrevistados (n=49) conseguem perceber que as mesmas estão realmente em processo de recuperação, 14% dos entrevistados (n=28) afirmam que as áreas já estão recuperadas, talvez pela percepção que tem de ver as áreas com cobertura vegetal e sem exposição de solo ou rejeito, e 3% (n=6) afirmam que as áreas ainda encontram-se degradadas (Figura 19).

Figura 19 - Percepção dos moradores da região do entorno das áreas mineiradas em relação ao estágio do processo de recuperação, na região carbonífera de Santa Catarina.



Fonte: Do autor.

Das áreas com situação degradada, que apresentam aspectos visuais de processos erosivos e solo exposto, sem cobertura vegetal nativa e sem sinais de ações de recuperação, 24,4% dos entrevistados (n=47) afirmaram que as áreas estão em processo de recuperação, 20,2% (n=39) acreditaram que área ainda encontra-se degradada e 7,8% (n=15) relataram que está recuperada.

A mineração de carvão dessas áreas ocorreu há quase cinquenta anos, sendo que a maioria possui em grande parte vegetação exótica como Pinus e Eucalipto, além de herbáceas exóticas como o capim-gordura (*Melinis minutiflora*) ou braquiárias do gênero *Urocloa*. Como as respostas dos entrevistados sugerem que essas áreas se encontram em recuperação pelo fato

de ter vegetação, percebe-se que, para estes moradores, não há a distinção dos tipos de vegetação, em nativo ou exótico, nem da qualidade dessa vegetação e as interações ecológicas que ali ocorrem:

“Aqui era só mato, mas do outro lado era minerado, mas agora tem mato também, está bom” (E70);

“Agora tem cada vez mais plantas” (E111);

“Agora está mais verde, mais árvore” (E9);

“O reflorestamento (Eucalipto) mudou a paisagem, aumentou a floresta” (E1).

No entanto, a grande maioria da população dificilmente vai saber distinguir os tipos de vegetação quanto sua origem, nativa ou exótica, e os efeitos dela, pela falta de ações de informação e educação ambiental. Os conhecimentos a cerca da vegetação são aqueles repassados de geração, bem como aqueles conhecimentos populares de plantas medicinais e alimentícias.

Os plantios de eucaliptos e pinus são muito comuns na região carbonífera, pois são espécies que se desenvolvem no solo minerado e moradores atribuíam o plantio dessas espécies como “a aposentadoria do futuro”, pois se faziam os plantios e levavam-se anos até o crescimento das árvores, e quanto maior o tronco, maior o rendimento dele.

Além do fato de que nos anos 1980, as metodologias de restauração eram incipientes, sendo executadas com plantios aleatórios de espécies arbóreas, e muitas vezes, com espécies exóticas como o eucalipto indicadas pelo próprio órgão ambiental (BELLOTTO; GANDOLFI; RODRIGUES, 2009).

Figura 20 - Percepção do estágio das áreas vistas pelos moradores da região do entorno das mesmas, em áreas de situação degradada.



Fonte: Do autor.

Atualmente, nenhuma área do Processo de Cumprimento da Sentença nº. 2000.72.04.002543-9 da ACP (Ação Civil Pública nº 3.8000.533-4) do Ministério Público

Federal, está descomissionada, ou seja, liberada da sentença judicial. Mesmo que existam áreas em processo de monitoramento, nenhuma está caracterizada como área recuperada.

São extensas as áreas mineradas, degradadas e em processo de restauração, cerca de 6.167 ha, sendo que destes, 968 ha já se encontram ocupados pela urbanização, mesmo com rejeito presente no solo (GTA, 2018).

Dentre os critérios técnicos da ACP, estabeleceu-se que as Áreas de Preservação Permanente (APP) serão destinadas para a preservação ambiental, havendo a remoção completa do rejeito e a aplicação de técnicas de recuperação a fim de garantir a qualidade e o retorno das interações ecológicas, com destaque para a função de proteção dos recursos hídricos (ROCHA-NICOLEITE *et al.*, 2013; CITADINI-ZANETTE *et al.*, 2018).

Já para as demais áreas não-APP, o objetivo principal é o isolamento do rejeito sob o ponto de vista hídrico de forma a cessar a contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, ou até mesmo removidos das áreas e levado a depósitos de rejeito. Para estas áreas não são estabelecidos usos futuros, somente o critério que seja aceitável para o Ministério Público e dentro da legislação, que esteja em comum acordo com o Plano Diretor do Município e que não comprometa as ações de recuperação e impermeabilização do rejeito (ROCHA-NICOLEITE *et al.*, 2013; CITADINI-ZANETTE *et al.*, 2018).

3.2.3 Usos futuros

Ao perguntar para os entrevistados quais usos futuros eles indicariam para as áreas mineradas próximos às comunidades onde residem, 42% (n=82) afirmaram que gostariam que as áreas mineradas fossem utilizadas para fins de preservação ambiental, com florestas e parques ecológicos, devolvendo aos moradores a natureza perdida nesses anos. O entorno dessas comunidades apresenta-se com pouca fitofisionomia arbórea, e a grande maioria das árvores presentes pertencem à cultivos comerciais das espécies de Pinus e Eucalipto, levando as pessoas a desejarem paisagens mais naturais como florestas e árvores deslumbrantes, coloridas, trazendo à tona a sensação de mata virgem, de ar puro e natureza.

A segunda maior indicação de usos futuros, com 21% (n=41) é para novas oportunidades de emprego e atividades econômicas, com instalação de indústrias, fábricas, empresas e comércio. As mulheres foram a maioria dos entrevistados e estas expuseram a vontade de trabalhar, porém, por falta de oportunidades nos locais próximos às suas residências e por não ter onde deixar os filhos, descreveram a dificuldade de ter uma atividade econômica, acabam dedicando-se aos cuidados da família em casa. Destacam-se relatos,

“Eu preciso trabalhar, mas serviço só tem longe daqui, e não tem ônibus toda hora, e não tem onde deixar o meu menino” (E49);

“Aqui não tem o que fazer e é tudo muito longe pra gente ir” (E47);

“Eu queria muito trabalhar, mas aqui não dá, não tem serviço” (E98).

Este fato levanta a questão do benefício social que as mineradoras retornam aos municípios, com as arrecadações e melhorias para o desenvolvimento de suporte social e econômico dos mesmos.

Outra questão com relação a isso, é perceber como a mineração desde muito tempo, e até hoje, domina algumas regiões sob o ponto de vista econômico. Relatos de entrevistados dos municípios de Siderópolis, Treviso e Lauro Müller mostraram descontentamento com o não avanço da região:

“Disseram que ia se instalar empresas aqui, mas a mineradora não deixou” (E4);

“A gente depende da mina porque não tem outra fonte de trabalho” (E139);

“O dinheiro que eles ganham podia melhorar a cidade” (E140);

“O lucro ficou tudo pra eles, e a gente ficou assim sem nada, podiam desenvolver a região” (E137);

“A mineradora iludia o colono, disse que dava emprego se vendesse a terra” (E54).

O desenvolvimento de municípios como o de Criciúma, que se destaca pelo forte crescimento urbano e que criou sua identidade a partir da mineração de carvão (NASCIMENTO; BITENCOURT, 2008), não foi visto nas demais regiões onde os aspectos da cidade e a forma de urbanização ainda se concentram ao redor das igrejas e possuem poucas áreas de periferia e grandes áreas de zona rural, trazendo, conforme os relatos supracitados, a percepção de que o minerador enriqueceu, porém a cidade não. Criciúma iniciou-se com a mineração de carvão, porém, se projetou com avanços em outros setores econômicos, com indústrias de transformação, comércio e atividades de prestação de serviço.

Segundo Zanelatto e Goularti Filho (2014), na década de 1930, existiam na região carbonífera núcleos coloniais e Urussanga, Orleans e Criciúma receberam a condição de município constituindo-se de elites formada por comerciantes, cónsules, padres, que disputavam entre si o poder local, levando ao desenvolvimento dessas regiões. Na época, a visão de que a região iria se desenvolver foi-se configurando a partir da intensificação da exploração do carvão em decorrência da Primeira Guerra Mundial. A imagem de riqueza e progresso criada em torno da exploração do carvão atraiu também empresários de outros estados produzindo significativas mudanças sócio-econômico-político-culturais em toda a região. “[...] o discurso da riqueza, da prosperidade, do progresso, não só para o Sul de Santa

Catarina e seus habitantes, como também para todo o estado, que viria a tornar-se, em um futuro próximo, num dos mais prósperos da Nação.” (ZANELATTO; GOULARTI FILHO, 2014, p. 1692).

Outros usos futuros forma citados, como ampliação da urbanização, com novas áreas de loteamentos para residências, área de agricultura como forma de renda, e serviços municipais até mesmo serviços básicos de postos de saúde, cemitérios e escolas, e por último, com 4% as áreas de lazer como campos de futebol, academias ao ar livre e locais como praças públicas (Tabela 8).

Tabela 8 - Indicação dos usos futuros das áreas mineradas pelos entrevistados, região carbonífera de Santa Catarina.

Categoria	Número de entrevistados
Ecológico	82 (42%)
Industrial	41 (21%)
Residencial	20 (10%)
Agricultura	16 (8%)
Serviços municipais	15 (8%)
Não souberam responder	10 (8%)
Lazer	9 (5%)

Fonte: Do autor.

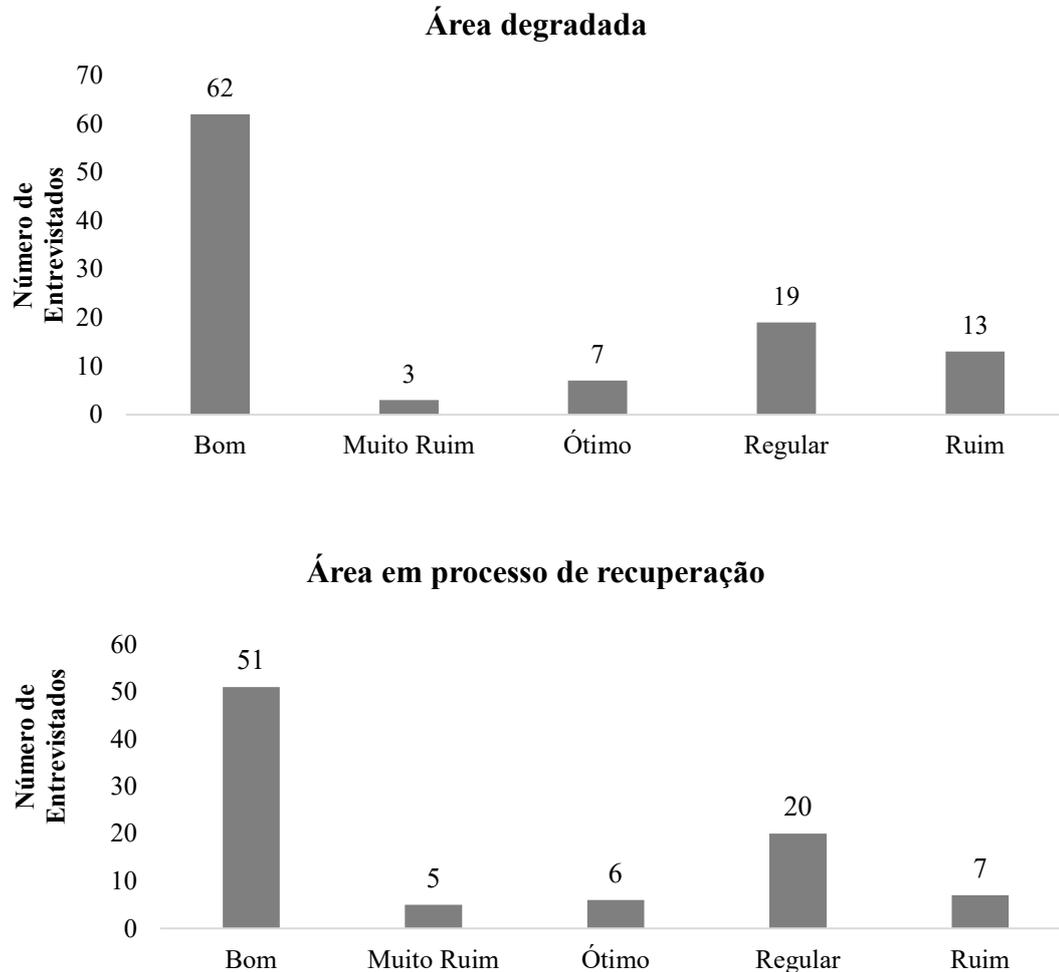
O baixo desenvolvimento econômico e social de alguns municípios pode ser visto nas respostas de alguns entrevistados quando estes sugerem como usos futuros os serviços básicos municipais. Escolas, postos de saúde e até mesmo cemitérios concentram-se em determinadas regiões centrais desses municípios, não contemplando todas as localidades. Até mesmo áreas de lazer como campos de futebol e parquinhos para as crianças, sendo que estas não possuem opções seguras para desenvolver suas atividades e brincadeiras.

3.2.4 Percepção da contaminação

Foram feitos questionamentos com relação à qualidade atmosférica, das águas e do solo, em escalas de muito ruim, ruim, regular, bom e muito bom. Nas doze localidades com áreas degradadas e em processos de recuperação, compararam-se os resultados e verificou-se que, para a qualidade do ar (Figura 21), 59% (n=62) atribuíram como Bom a qualidade de ar na área degradada e 57% (n=51) nas áreas em processo de recuperação, seguidos de Regular com 18% (n=19) e 22% (n=20), respectivamente. Não havendo diferença significativa nas respostas

entre as localidades.

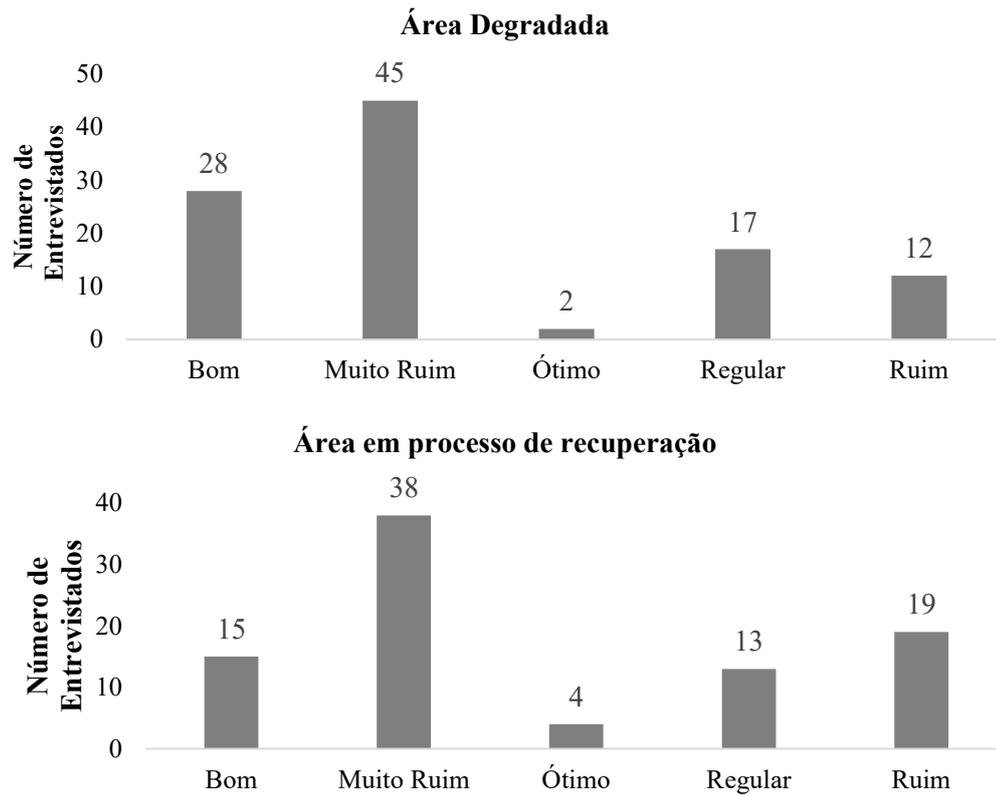
Figura 21 - Comparação dos dois gráficos correspondente às respostas dos entrevistados quanto a qualidade do ar das áreas do entorno em que residem, sendo área degradada à esquerda, e área em processo de recuperação à direita, região carbonífera de Santa Catarina.



Fonte: Do autor.

Para a qualidade dos rios (Figura 22), nas doze áreas as respostas também foram semelhantes, em que colocam a qualidade dos rios numa escala muito ruim, 43% (n=45) e 42% (n=38), respectivamente, para área degradada e área em processo de recuperação.

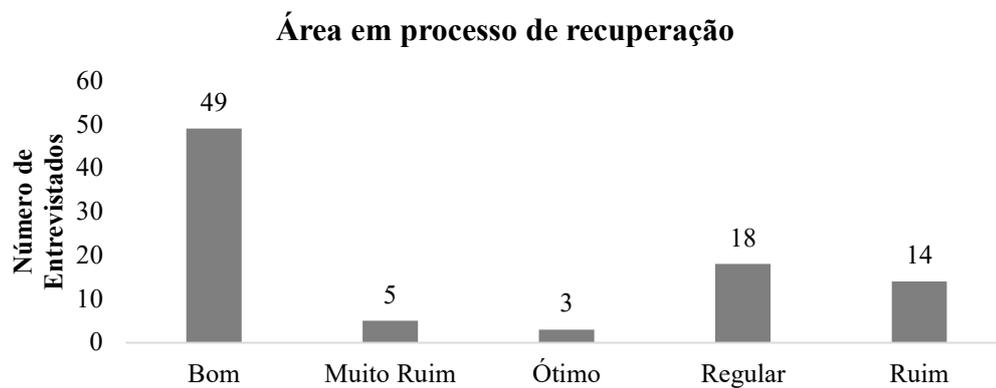
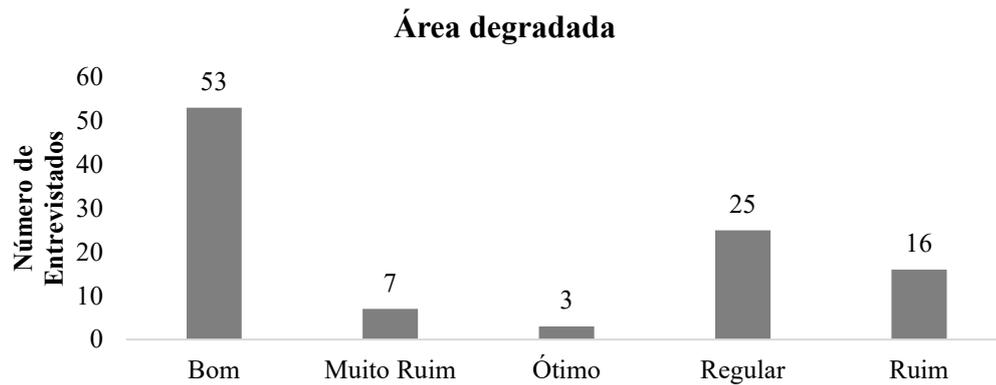
Figura 22 - Comparação dos dois gráficos correspondente às respostas dos entrevistados quanto a qualidade dos rios das áreas do entorno em que residem, região carbonífera de Santa Catarina.



Fonte: Do autor.

E para a qualidade dos solos (Figura 23), seguiu-se também uma semelhança, mesmo com a diferença do estágio das áreas, degradada e em processo de recuperação, 50% (n=53) e 55% (n=49), respectivamente, afirmam ser boa a qualidade dos solos dos locais onde residem.

Figura 23 - Comparação dos dois gráficos correspondente às respostas dos entrevistados quanto a qualidade do solo das áreas do entorno em que residem, região carbonífera de Santa Catarina.



Fonte: Do autor.

São diversos os estudos que comprovam a contaminação a nível de solo, ar e rios das áreas mineradas, que afetam diretamente o meio ambiente e a saúde de animais e pessoas moradoras de regiões próximas e dos próprios trabalhadores da mina (LEITE; SCHULER-FACCINI, 2001; FORTI *et al.*, 2001; SOARES *et al.*, 2002, 2006; POMPÊO *et al.*, 2004; VEIGA *et al.*, 2007; MACHADO; SCHNEIDER, 2008). Entretanto, verificando as respostas sobre o nível de qualidade ambiental, percebe-se que, de modo geral, a qualidade ambiental é vista como boa, citando somente os recursos hídricos em situação crítica e de baixa qualidade.

Perguntou-se aos moradores se os mesmos se sentiam lesados pela atividade de mineração de carvão ter ocorrido na região, e 51,3% dos entrevistados disseram que não se sentiam lesados, porém 48,7% disseram que de alguma forma se sentiram lesados, sendo os quais:

Pelos impactos na saúde e doenças pulmonares:

“Sim pelo período que queimava a pirita” (E13);

“Sim, tenho problema no pulmão” (E78);

“Sim, marido e familiares morreram cedo” (E90);

“Sim, uso bomba pra respirar, desenvolvi falta de ar” (E118);

“Sim fiquei surda pelo barulho do lavador, era muito alto dia e noite” (E189).

Pela destruição das áreas naturais e dos rios:

“Sim, eu ia nos rios, queria ver o Luzia (Rio Mãe Luzia) recuperado pra voltar a pescar por lá” (E33);

“Sim, pela destruição da natureza e muito morador antigo foi embora pela contaminação” (E67).

Por não ter tido melhorias e desenvolvimento na região:

“Sim, a fortuna sai daqui e nem asfalto eles fizeram pela gente” (E72);

“Sim, porque não tem investimento na região” (E107).

Bem como, pelos casos de subsidências dos terrenos e rachaduras nas casas, relatos como:

“Sim, tenho rachadura por toda a casa, era muita explosão” (E188);

“Sim, abriu um buraco aqui em casa, eles explodiam muito em baixo” (E149).

Estudos referem-se à mineração de carvão como a causadora de danos na saúde, com doenças pulmonares, além de contaminação por metais pesados em trabalhadores de mina e moradores da região carbonífera (PAULINO *et al.*, 2001; VEIGA *et al.*, 2006; ROHR *et al.* 2013; SILVA JUNIOR *et al.*, 2018; SANTOS *et al.*, 2018). A degradação ambiental, pela desconfiguração da paisagem, contaminação por Drenagem Ácida de Mina dos rios e solos, bem como danos na saúde da fauna e supressão da vegetação nativa (BUENO *et al.*, 1992; ZOCHE; PORTO, 1992; FREITAS, 1995; TEIXEIRA *et al.*; 1997; TEDESCO *et al.*, 1999; MACHADO; SCHNEIDER, 2008) e o desenvolvimento socioeconômico que não ocorreu em toda a região carbonífera como de esperado (ZANELATTO; GOULARTI FILHO, 2014).

Além dos problemas físicos que impactaram estruturas das casas de moradores, como no estudo de Ribeiro; Ferreira (2007), que avaliaram níveis de emissão de vibração, com o acompanhamento do avanço das frentes de lavra de carvão de mina subterrânea e concluíram que as empresas mineradoras não faziam monitoramentos nas comunidades nem ao menos levaram em consideração as construções residenciais em superfície, destacando o perigo decorrente do planejamento da lavra sem monitoramento de superfície. E apontam que um dos principais resultados da pesquisa foi o de alertar e despertar a consciência da empresa mineradora aos reclamos da comunidade, demonstrando com dados, os danos causados em suas residências.

3.2.5 Percepção do processo de recuperação ambiental

Na parte final da entrevista, questionou-se os entrevistados se tiveram algum contato por parte da mineradora, prefeitura ou órgãos ambientais sobre o processo de recuperação ambiental das áreas mineradas e se conheciam a Ação Civil Pública do carvão (ACP do carvão) do Ministério Público Federal, e 85% (n=164) dos moradores de entorno de áreas mineradas relataram que não tiveram nenhum tipo de contato, seja por parte do setor público ou privado, sobre o que fariam nas áreas mineradas e desconhecem por completo a Ação Civil Pública, e somente 15% (n=29) relataram que já tiveram reuniões na Associação do Bairro e viram pela televisão sobre o processo de recuperação, sendo que já ouviram falar da ACP do carvão. Mas nenhum entrevistado relatou sobre as audiências públicas que houveram.

Este é um dado que demonstra total ausência da democratização do processo, pois reflete que a comunidade não foi inserida no processo de recuperação das áreas de mineração, não fazendo parte da tomada de decisão dos usos futuros dessas áreas. A Ação Civil Pública do Carvão não faz menção às questões sociais de contribuição dos moradores do entorno das áreas degradadas nas definições de uso futuro, nem de uso participativo das mesmas.

Atualmente, com os avanços tecnológicos e de pesquisas que trazem instrumentos importantes de participação da comunidade com as problemáticas vividas por elas, provoca-se aqui a necessidade de reflexão quanto às tomadas de decisão local para que estas abordem não somente questões do meio físico e biótico, mas também o meio social.

A participação está associada ao processo de democratização, promovendo a oportunidade de dividir responsabilidades e promover o conhecimento. É neste momento em que o meio científico, por meio de suas pesquisas, pode interagir com a sociedade e o poder público a fim de buscar a aplicabilidade das ações em prol da melhoria da qualidade de vida a partir de um planejamento baseado em realidades e vivências das pessoas (RODRIGUES *et al.*, 2012).

3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Ação Civil Pública do carvão não inseriu os aspectos sociais na sentença, nem ao menos as mineradoras inseriram as pessoas em seus projetos de recuperação, podendo ser esta uma lacuna quando se trata de mineração de carvão na região sul de Santa Catarina.

De forma geral, a percepção dos moradores pela mineração de carvão é vista pelos dois lados, positiva quanto à oferta de empregos e negativa frente a degradação e impactos na saúde e no meio ambiente. Os moradores, em sua maioria, responsabilizam a mineração de carvão pelos efeitos negativos de degradação de sua região. As indicações de uso futuro

sugerem a necessidade de novas oportunidades de emprego e renda. A maioria entende a necessidade também de recuperar e tornar novos espaços voltados à proteção dos recursos naturais, visto a grande degradação ambiental gerada pela mineração. Parte dos moradores demonstra-se lesado pela atividade ter ocorrido próximo a eles, gerando os impactos à saúde, destruição da natureza e até mesmo por problemas estruturais como os casos de subsidências e rachaduras nas moradias.

A problemática socioambiental decorrente da mineração de carvão do sul de Santa Catarina precisa ser incluída nas pautas de discussão dos órgãos fiscalizados, e em pesquisas que busquem a participação social e o melhor entendimento das relações entre a sociedade e o meio em que vivem.

Ações de educação, pesquisa e extensão são formas positivas que podem levar informações coerentes às comunidades, fazendo valer o papel do conhecimento científico acumulado dentro das instituições de ensino. Com isso, tem-se a possibilidade da prática e aplicações das pesquisas como forma inovadora que se somará aos esforços necessários para buscar soluções às problemáticas vividas por estas comunidades.

4 LISTA FUNCIONAL PARA RESTAURAÇÃO DE ÁREAS MINERADAS

O processo de lavra a céu aberto da mineração de carvão realizado no passado descaracterizou os solos anteriormente existentes, restando no local uma mistura dos horizontes do solo com a rocha matriz e outros materiais inertes existentes sobre a camada de carvão, sendo esta mistura chamada de estéreis da mineração (CITADINI-ZANETTE; BOFF, 1992; SANTOS, 2003). A deposição desses estéreis se deu pela formação de pilhas com a inversão de camadas do solo, em que a parte mais fértil com acentuada atividade microbiana ficou soterrada pelo restante do material dificultando o estabelecimento da vegetação (CITADINI-ZANETTE; BOFF, 1992; SANTOS *et al.*, 2008; ROCHA-NICOLEITE *et al.*, 2013).

Entretanto, mesmo nessas condições, houve o estabelecimento de vegetação nativa constituída por plantas pouco exigentes em fertilidade do solo, resistentes a estiagens prolongadas e com grande capacidade de competição e adaptação (CITADINI-ZANETTE, 2002; SANTOS *et al.*, 2008).

A vegetação espontânea em áreas mineradas revela a potencialidade de determinadas espécies a desenvolverem-se com restrição de recursos, indicando capacidade de sobrevivência, potencial de regeneração e plasticidade ecológica (SANTOS *et al.*, 2008; KLEIN *et al.*, 2009; ROCHA-NICOLEITE *et al.*, 2013; RODRIGUES, 2013).

Definida pela *Society for Ecological Restoration International* (SER), restauração ecológica é o processo de auxílio a recuperação de um ecossistema que sofreu alguma perturbação sendo degradado, danificado ou destruído (CLEWELL; RIEGER; MUNRO, 2005). É uma atividade que desencadeia ou acelera a recuperação de um ecossistema levando em consideração seus processos funcionais, composição das espécies e estrutura da comunidade bem como sua sustentabilidade. Considera ainda a resistência do ambiente às perturbações e seu potencial de resiliência, assegurando o suporte abiótico dado pelo meio físico, os fluxos adequados e intercâmbio de organismos e de materiais com a paisagem circunvizinha e o restabelecimento das interações culturais (HIGGS, 1997; CHAZDON, 2008; RODRIGUES, 2013).

O ecossistema restaurado não necessariamente retorna a seu estado anterior, visto que as limitações e condições atuais podem causar-lhe desenvolvimento ao longo de uma trajetória alterada, porém, procura retornar um ecossistema para a sua trajetória histórica, isto é, que se assemelha a um estado anterior conhecido, ou para outro estado que poderia ser esperado a se desenvolver naturalmente, dentro dos limites da trajetória histórica (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Uma lista funcional de espécies para restauração ecológica corresponde a uma relação de plantas que possuem potencial para facilitar o processo de sucessão do ecossistema (MELI *et al.*, 2014; BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015) e, ao organizá-las em grupos funcionais, simplifica-se a aplicação do conhecimento ecológico para facilitar a prática da restauração.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi elaborar uma lista funcional de espécies com potencial facilitador para o processo de restauração ecológica na região carbonífera de Santa Catarina, como alternativa socioeconômica pelo uso sustentável de espécies em áreas em processo de recuperação, baseada na compilação dos dados de estudos sobre vegetação espontânea em pilhas de estéreis na região.

4.1 METODOLOGIA

4.1.1 Área de Estudo

A região fitogeográfica do estudo pertence ao Bioma Mata Atlântica, considerado um dos *hotspots* do mundo em função de sua alta diversidade de espécies associada a uma elevada taxa de endemismo (GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2005). As áreas remanescentes são de Floresta Ombrófila Densa e estão representadas por áreas de vegetação secundária em diferentes estágios sucessionais de desenvolvimento (estágios inicial, médio e avançado de regeneração natural) (SANTOS, 2003).

O processo de lavra a céu aberto descaracterizou os solos, restando no local uma mistura dos horizontes do solo com a rocha matriz e outros materiais inertes existentes sobre a camada de carvão, sendo esta mistura chamada de estéreis da mineração. Conforme Citadini-Zanette e Boff (1992), nas áreas abandonadas pela mineração a céu aberto, o substrato pedológico é composto de folhelhos carbonosos, siltitos, arenitos e argila. A superfície de depósitos dos solos afetados é fortemente ondulada com ocorrência de declividades acentuadas e com forte erosão (SANTOS, 2003).

Segundo a classificação climática de Köppen, predomina na região carbonífera de Santa Catarina o clima mesotérmico úmido, sem estação seca definida e com verões quentes (Cfa). Caracteriza-se pelo inverno pouco intenso, enquanto o verão é quente com médias acima de 22°C. As temperaturas médias anuais oscilam entre 16 e 18°C, sendo a média de julho entre 12 e 14°C e a média de janeiro entre 22 e 24°C. O mês mais frio é julho, com possibilidades de gradientes térmicos diários inferiores a 10 °C e ocorrências de noites frias com temperaturas

abaixo de 0°C, possibilitando a ocorrência de geadas (ALVARES *et al.*, 2013).

4.1.2 Coleta de Dados

Foram compilados dados dos estudos florísticos e fitossociológicos desenvolvidos por Citadini-Zanette e Boff (1992), Santos *et al.*, 2008 e Klein (2006) sobre estéreis de mineração, no sul do estado de Santa Catarina.

4.1.3 Análise de Dados

A lista apresenta-se em dois grandes grupos funcionais: Grupo de espécies de preenchimento e Grupo de espécies de diversidade, segundo Brancalion; Gandolfi; Rodrigues, (2015).

Na composição da lista, as espécies foram organizadas em Nome Científico e Nome Popular, sendo distribuídas em duas formas biológicas, considerando-se árvore (planta lenhosa, não ramificada na base) e arbusto (planta lenhosa, ramificada próximo à base), além da apresentação de Critérios ecológicos e Critérios de usos.

Para os critérios ecológicos foram apresentadas as seguintes informações: forma de dispersão, sendo autocóricas, anemocóricas ou zoocóricas; deciduidade, sendo decíduas, semidecíduas e perenes; tolerância ao sol; sombreadura; apresentação de fruto tipo baga; potencial de fixação de nitrogênio no solo; relatos de herbívoras (van der PIJL, 1972; REIS, 1995; LORENZI, 2002; GANDOLFI; BELLOTTO; RODRIGUES, 2009; BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Nos critérios de uso foram descritas diferentes formas de uso de Produto florestal não madeireiro (PFNM) da planta, sendo elas: apícola; alimentícia; produção bioquímica; artesanato; medicinal; ecológico; ornamental (FAO, 1992; ELIAS; SANTOS, 2016).

As informações dos critérios ecológicos e de uso foram compiladas por meio de consultas às distintas bases de dados e bibliografias disponíveis referente às espécies.

4.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Elencou-se para a lista funcional 59 espécies vegetais (Tabela 9). Todas são nativas pertencentes à Formação da Floresta Ombrófila Densa do Bioma Mata Atlântica.

Estas espécies também foram registradas em ambientes naturais, ou seja, fragmentos

de vegetação nativa na região carbonífera tendo como fonte de informação: Citadini-Zanette (1995), Santos (2003), Martins (2005), Silva (2006), Pasetto (2008), Colonetti *et al.* (2009) e Pacheco (2010), nos municípios de Criciúma, Orleans e Siderópolis, em fragmentos florestais em estágios médio e avançado de regeneração natural.

Estes estudos, supracitados, realizados em fragmentos de vegetação nativa na região tornam-se ecossistemas de referência para o processo de restauração ecológica, pois facilitam a compreensão da formação natural desses ambientes e a trajetória ambiental que se tem como expectativa de ocorrência, ou seja, é definida uma tendência na restauração a partir dos modelos existentes na região. E ao verificar que a espécie que habita esses fragmentos também foi registrada em pilhas de estéreis de mineração, gera perspectiva de uso das mesmas para restauração por elas apresentarem características de serem resistentes e com potencial de restabelecer interações ecológicas da área degradada e como forma de ligação com seu entorno.

Quanto aos grupos funcionais, o grupo de preenchimento apresenta-se com 12 espécies de árvores e 7 espécies de arbustos e grupo de diversidade com 28 espécies de árvores e 12 de arbustos.

As espécies do grupo funcional de preenchimento apresentam características como crescimento rápido, tolerância ao sol e grande cobertura de copa, proporcionando uma sombreadura mais rápida da área plantada, ou seja, esta etapa é a fase inicial da restauração, onde há a necessidade do preenchimento, ou também chamado de adensamento, da área a fim de garantir cobertura de solo e estabelecimento de fauna edáfica, atividade essa necessária para o desenvolvimento do processo de sucessão (KAGEYAMA; GANDARA, 2004; NASCIMENTO *et al.*, 2012; BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

As espécies que compõem o grupo de diversidade apresentam crescimento mais lento, necessitam de um sombreamento e apresentam pequena cobertura de copa, sendo essas espécies fundamentais para garantir a perpetuação da área plantada (KAGEYAMA; GANDARA, 2004; BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Tabela 9 - Lista Funcional de espécies para projetos de recuperação de áreas degradadas pela mineração, com indicação de nome científico e popular, e critérios ecológicos, onde: dispersão (Disp): síndrome de dispersão zoocórica (Zo), anemocórica (An) e autocórica (Au); deciduidade (Dec), sendo: perene (P), caducifolia (C), semicaducifolia (S); tolerância ao sol (Tol); espécie bagueira (Bag); fixação de nitrogênio (Nit); e critérios de Uso, sendo, apícola (Api),alimentícia (Ali),produção bioquímica (Prod); artesanal (Art); medicinal (Med); ecológico (Eco) e ornamental (Orn).

GRUPO FUNCIONAL DE PREENCHIMENTO/RECOBRIMENTO																
ÁRVORES																
Nome científico	NOME POPULAR	CRITÉRIOS ECOLÓGICOS							CRITÉRIOS DE USO							
		Disp	Dec	Tol	Som	Bag	Nit	Herb	Api	Ali	Prod	Art	Med	Eco	Orn	
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Muell.Arg.	Tanheiro	Zo	P	X	X	X			X					X	X	
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Chá-de-bugre	Zo	P	X	X	X		X			X		X	X	X	
<i>Croton celtidifolius</i> Baill.	Sangue-de-drago	Zo	P	X	X					X			X	X		
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) O.Kuntz	Maricá	Au	C	X	X		X		X				X	X		
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	Bracatinga	Au	C	X	X		X		X					X	X	
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br. ex Roem. &Schult.	Capororoca	Zo	P	X		X		X	X					X	X	
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororoca	Zo	-	X	X	X								X		
<i>Piptocarpha axilaris</i> (Less.) Baker	Pau-toucinho	An	-	X										X		
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Araçá	Zo	P	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S.Irwin&Barneby	Pau-de-cigarra	An	C	X	X		X							X		
<i>Trema micrantha</i> Blume	Grandiúva	Zo	S	X		X		X					X	X		
<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H.Rob	Vassourão-preto	An	S	X	X									X		
ARBUSTOS																
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	Vassourinha	An	P	X	X				X				X	X		
<i>Baccharis oblongifolia</i> (Ruiz &Pav.) Pers.	Vassoura	An	P	X	X									X		
<i>Baccharis punctulata</i> DC.	Cambara-cheiroso	An	P	X	X								X	X		
<i>Baccharis semiserrata</i> G.M.Barroso	Vassoura	An	P	X					X					X		
<i>Baccharis spicata</i> (Lam.) Baill.		An	P	X	-				X				X	X		
<i>Solanum erianthum</i> D.Don	Fumo-bravo	Zo	-	X	X	X								X		
<i>Symphyopappus itatiayense</i> (Hieron.) R.M.King&H.Rob	Eupatório	An	P	x	x				x					x		
GRUPO FUNCIONAL DE DIVERSIDADE/ENRIQUECIMENTO																

GRUPO FUNCIONAL DE PREENCHIMENTO/RECOBRIMENTO

ÁRVORES

Nome científico	NOME POPULAR	CRITÉRIOS ECOLÓGICOS							CRITÉRIOS DE USO						
		Disp	Dec	Tol	Som	Bag	Nit	Herb	Api	Ali	Prod	Art	Med	Eco	Orn
<i>Tibouchina sellowiana</i> Cogn.	Quaresmeira	An	P	X	X			X						X	X
<i>Tibouchina urvilleana</i> Cogn.	Quaresmeira	An	-	X	X									X	
<i>Vernonanthura puberula</i> (Less.) H.Rob.	Vassourão-do-brejo	An	-	X										X	
<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl. ex Ser.	Gramimunha	Au	-	X										X	X
<i>Xylopia brasiliensi</i> sSpreng.	Pindaíba	Zo	P	X	X	X								X	X

ARBUSTOS

<i>Austroeupeatorium inulaefolium</i> (Kunth) R.M.King&H.Rob	Cambará	An	P	X										X	
<i>Baccharis uncinella</i> DC.	Vassoura	An	P	X	X									X	X
<i>Lantana camara</i> L.	Camará	Zo	P	X		X							X	X	X
<i>Ludwigia longifolia</i> (DC.) H.Hara	Cruz-de-malta	An	P	X		X		X						X	
<i>Piper gaudichaudianum</i> Kunth	Pariparoba	Zo	P	X	X	X							X	X	
<i>Rubus erythrocladus</i> Mart. ex Hook.f.	Amoreira-branca	Zo	C	X	X	X				X				X	
<i>Rubus rosifolius</i> Sm.	Amoreira-silvestre	Zo	P	X	X	X				X				X	
<i>Solanum lacerdiae</i> Dusén	Uva-do-mato	Zo	-	X		X								X	
<i>Solanum pseudocapsicum</i> L.	Peloteira	Zo	P	X		X		X						X	
<i>Solanum variabile</i> Mart.	Jurubeba-velame	Zo	P	X		X		X						X	
<i>Symphyopappus casarettoi</i> B.L.Rob.	Vassoura-de-campo	An	-	X	X									X	
<i>Vernonanthura tweediana</i> (Baker) H.Rob	Assa-peixe	An	P	X	X									X	

Fonte: Do autor.

Quanto aos critérios ecológicos, o grupo de preenchimento possui ocorrência de espécies arbóreas com síndromes de dispersão zoocóricas (7), seguidas de anemocóricas (3) e autocóricas (2) e para arbustivas síndromes de dispersão anemocóricas (6) e zoocóricas (1). No grupo de Diversidade a característica é semelhante ao de Preenchimento, sendo a ocorrência de espécies arbóreas com síndromes de dispersão zoocóricas (17), seguidas de anemocóricas (8) e autocóricas (3) e arbustivas síndromes de dispersão zoocóricas (7) e anemocóricas (5).

Observa-se que há predominância de dispersão zoocórica, sendo este um dos fatores importantes no processo de restauração. Com a introdução de espécies que possuem essa característica, haverá a atração da fauna e conseqüentemente, a atuação dela no restabelecimento das interações ecológicas (BRANDÃO *et al.*, 2017). Segundo Suganuma *et al.* (2013), a elevada proporção de espécies zoocóricas entre os indivíduos regenerantes sob plantios tem sido considerada como indicador de sucesso da restauração ecológica de ambientes degradados, pois auxilia na superação de filtros que dificultam a chegada de propágulos à comunidade que está se estabelecendo.

Nas duas etapas, preenchimento ou diversidade, a interação com a fauna é ponto chave no sucesso das interações ecológicas.

Em contrapartida, tratando-se de áreas degradadas por mineração, as espécies com potencial de dispersão anemocóricas e até mesmo autocóricas, também ganham destaque por auxiliar no estabelecimento da comunidade nova. Por se tratar de áreas abertas e até mesmo isoladas pelo crescimento das áreas urbanas, a liberação dos diásporos muitas vezes permitem voos e uma dispersão eficiente, quando da não chegada de animais no início do processo de restauração, além de espécies anemofílicas e anemocóricas apresentarem recursos de alimentação para a herbivoria, sendo esta uma interação ecológica, permitindo formação de serapilheira e conseqüentemente, ciclagem de nutrientes do sistema (OZINGA *et al.*, 2004; TRES; REIS, 2009).

Existem pesquisas que demonstram que a introdução de espécies de fauna em áreas em processo de recuperação também auxilia significativamente a sucessão (GENES *et al.*, 2018), porém este é um passo em proporções maiores. A priori, a necessidade básica numa área a ser restaurada é fornecer condições de recursos alimentares e formação de nichos para a chegada natural da fauna, e após isso, se houver a disponibilidade, reintroduzi-las.

Na tomada de decisão da escolha das espécies é importante levar em consideração os tipos de dispersão de propágulos, pois cada um tem seu papel na formação da nova comunidade, sendo que a distribuição de espécies anemocóricas são densas e uniformes, contrastando com a distribuição heterogênea e variada das espécies zoocóricas, pois dependem da atividade dos

dispersores (ESPINDOLA; REIS, 2009).

A deciduidade das plantas é um critério ecológico que auxilia também o processo da restauração, pois ter plantas perenefólias e caducifólias faz com que se tenha heterogeneidade ao longo do ano. A copa das árvores e arbustos é fundamental para o sombreamento, porém, a deciduidade tem efeitos positivos e importantes como a formação de serapilheira e o recobrimento de sementes, dificultando a predação, maior acúmulo de matéria orgânica no solo que proverá a ciclagem de nutrientes, além de aumentar a luz disponível para plântulas jovens (GANDOLFI, 2003; GANDOLFI; BELOTTO; RODRIGUES, 2009).

Nas áreas de mineração, a degradação no solo é bastante significativa (CAMPOS *et al.*, 2010), sendo que no momento da restauração é realizado uma nova configuração de solo, como definido pela Santos *et al.* (2018), solo de horizonte A antrópico ou também conhecidos como antropossolo ou solo antropogênico (CAMPOS; ALNEIDA; SOUZA, 2003; CURCIO; LIMA; GIAROLA, 2004) ou seja, um solo construído, onde há camadas de argila, cama de aves, solo fértil ou turfa provindos de outros locais da região onde localiza-se esta área (QUINÕES *et al.*, 2008), porém, cabe ressaltar que no Brasil, ainda não há uma normatização da nomenclatura para este tipo de solo.

Com os solos construídos, as áreas não possuem tantos recursos iniciais de nutrientes suficientes para comportar a vegetação da comunidade que irá se estabelecer. Comportam as mudas plantadas, que muitas vezes recebem adubação química e orgânica, porém para se chegar a ter regeneração natural é necessário que o solo já apresente propriedades de estrutura e função que permita uma fauna edáfica, um banco de sementes e as condições necessárias para a germinação dessas sementes. Para isso, técnicas como transposição de solo, ou mesmo enleiramento de galharias podem contribuir satisfatoriamente (REIS *et al.*, 2003).

Tolerância ao sol e ao sombreamento são dois critérios que também devem ser considerados nas escolhas das espécies. Tolerância ao sol significa que a espécie tem a característica que a condicione estar em pleno sol durante sua fase de crescimento. Em geral são as espécies pioneiras que apresentam esse potencial. A intensidade da luz solar é fator determinante para o estabelecimento de algumas espécies (GANDOLFI; BELOTTO; RODRIGUES, 2009). Isso é a razão, muitas vezes, do insucesso de alguns projetos de restauração, pois em áreas abertas em que se tem uma forte exposição solar, algumas espécies não sobrevivem por não tolerar a irradiação na fase de crescimento, tendo que ser substituídas, e se não há o conhecimento por parte dos técnicos, eles as substituí por outra não tolerante ao sol, onerando mais ainda o projeto e aumentando o tempo da restauração.

O sombreamento é o potencial de sombra que a árvore possa fazer por possuir copas

longas (MONTGOMERY; CHAZDON, 2002). Essas espécies são fundamentais para as etapas de sucessão ecológica, pois como afirmado acima, tem-se espécies que toleram o sol, porém outras necessitam de sombreamento em sua fase inicial de crescimento, sendo que possuir espécies que dão esse suporte de sombreamento é também auxiliar que espécies não pioneiras possam se estabelecer na área. Dando início à uma maior complexidade nesse ambiente (FERRETI, 2002; ROCHA-NICOLEITE, 2015).

Outro critério ecológico é o potencial que algumas plantas possuem de fixar nitrogênio atmosférico em associação com bactérias, num processo conhecido como fixação biológica de nitrogênio (FBN), com isso, a disponibilidade de nutrientes no solo aumenta e potencializa as condições da fertilidade e da capacidade de germinação. As espécies de leguminosas, pertencentes à família botânica Fabaceae, são de fundamental importância em todo projeto de restauração (LI *et al.*, 2001; COELHO *et al.*, 2007). Em solos minerados, chama-se a atenção à essas espécies pois elas são facilitadoras para o estabelecimento da comunidade na área com potencial de melhoria da estrutura e função do ecossistema (CITADINI-ZANETTI *et al.*, 2017).

Os frutos, em especial os tipo baga (frutos carnosos), chamadas bagueiras, são atrativos a fauna, isso faz com que árvores com este tipo de fruto sejam peças chaves na restauração por permitir a chegada da fauna na área, alimentá-los e iniciar uma interação de complexidade. A planta alimenta o animal e ele perpetua a espécie dela com a dispersão de suas sementes. A presença da fauna numa área em processo de restauração é de uma importância tão significativa, pois dela inicia uma série de eventos que irá fazer com que a área se torne complexa e mais funcional (BELLOTTO *et al.*, 2009; TRES; REIS, 2009; FANTINI *et al.*, 2009).

Além da atração da fauna pelos frutos, sabe-se também da atração de herbívoros em plantios de áreas em processo de restauração. A herbivoria é uma interação ecológica natural, e que está inserida na funcionalidade dos ecossistemas. Possui importância no fluxo de energia da teia alimentar (TRES; REIS, 2009). Entretanto, por conta da alta predação, a herbivoria merece atenção no monitoramento ambiental do processo de restauração (PILON; DURIGAN, 2013).

Além dos critérios ecológicos que facilitam o processo de restauração de áreas degradadas, evidenciam-se aqui também critérios de uso, ou seja, introduzir espécies que possuem potencial de uso econômico e social, tendo em vista que a restauração de um ambiente não se faz somente com o plantio de árvores, mas sim com toda a interação ecológica, e dentro de uma perspectiva sistêmica, as questões sociais devem ser levadas em conta nos projetos (CHAZDON, 2008).

Uma comunidade ao redor de uma área em processo de restauração tem duas possibilidades, a primeira é de que essas pessoas possam auxiliar no processo e garantir que a área avance em sua trajetória ambiental de sucesso, ou, elas podem tornar a área novamente degradada por uso inadequado da área, por falta de orientação ou por não ter o sentimento de pertença da mesma.

Quando se tem o sentimento de pertencimento da área, os cuidados da mesma são diferentes, e garantir subsídio sustentável às comunidades de áreas degradadas pela mineração, é uma visão que todos se beneficiam.

Em geral, as áreas degradadas pela mineração encontram-se em área no meio rural. Onde a economia gira em torno da atividade de mineração e agricultura. Muitas vezes as pessoas não possuem oportunidades diferentes que possam levá-las para um desenvolvimento econômico e social.

A utilização de Produtos florestais não madeireiros (PFNM) é um recurso que alia a preservação e garantia da qualidade ambiental com a melhoria da qualidade de vida de muitas pessoas. E prover essa interação com o ser humano e o meio ambiente é promover um desenvolvimento regional sustentável. Portanto, a lista funcional também foi criada pensando em que tipo de recursos de uso sustentável é possível ao fazer a escolha de uma espécie no processo de restauração de uma área degradada, sendo os usos apícolas, alimentícios, produção bioquímica como resinas e cosméticos, artístico, medicinal, ecológico e ornamental (SANTOS *et al.*, 2003; FANTINI *et al.*, 2009; ALVES, 2010; CHAVES; MANFREDI, 2010; ELIAS; SANTOS, 2016).

4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A combinação de espécies de diferentes grupos ecológicos propicia ao ambiente melhores condições de regeneração natural. A distinção em grupos funcionais contribui para o objetivo da restauração, proporcionando cobertura de solo para evitar processos erosivos, bem como aumentando a complexidade das interações ecológicas e dos serviços ecossistêmicos. Além disso, pode subsidiar o desenvolvimento sustentável, com a interação social junto à área, garantindo assim melhoria da qualidade ambiental e de vida das pessoas.

A lista funcional de espécies facilitadoras é um instrumento simples que auxilia no planejamento da restauração de áreas degradadas a fim de garantir o sucesso do projeto, com o direcionamento mais adequado dos recursos financeiros e de gestão de pessoas, além do melhor aproveitamento do tempo da restauração, e estando fundamentada no tripé da restauração

ecológica, considerando os aspectos ecológico, socioeconômico e de projetos.

Estimular a comunidade ao manejo sustentável é reduzir a pressão antrópica sobre usos indevidos da planta ou da área, bem como auxilia na restauração, conservação, além de contribuir para a resolução de conflitos socioambientais relacionados ao uso dos recursos naturais, gerando fonte de renda e consciência ambiental.

5 CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS

Na atual discussão sobre desenvolvimento sustentável, planejamento territorial urbano e preservação ambiental, é de fundamental importância conhecer as lacunas sofridas pela região em que se está inserido.

Tratando-se especificamente das áreas que tiveram atividade de mineração de carvão, no sul de Santa Catarina, as tomadas de decisões por parte dos órgãos públicos e do setor privado, devem levar em consideração os atores sociais e os fatores ambientais de cada área, bem como o potencial de desenvolvimento sustentável da mesma, pensado de forma participativa e integradora.

O tema recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão traz consigo o século de destruição, contaminação, e impactos negativos à fauna, flora e principalmente às pessoas. As que perderam suas vidas e as vidas de seus familiares nas galerias de subsolo, as que passam por dificuldades por não haver desenvolvimento e oportunidade de melhoria de vida, as que passaram uma vida inteira com problemas de saúde, ou as que perderam os rios e as paisagens naturais nos locais onde vivem.

As pesquisas científicas têm o potencial de subsidiar ferramentas para uma melhor compreensão da relação atual que se tem entre o ser humano e o meio ambiente, e a discussão da possibilidade de haver uma transformação e evolução de posturas, comportamentos para um melhor equilíbrio social e ambiental.

Os estudos levantados no primeiro capítulo apontam a importância do conhecimento científico e a proposição de soluções para a problemática vivida na região. Entretanto, após a análise do segundo capítulo, percebeu-se que não há a aplicação direta e prática desses estudos que possuem contribuição ambiental e social.

Ressalta-se aqui a contribuição das instituições de ensino no desenvolvimento da sociedade, pois o conhecimento é o principal fator de inovação disponível ao ser humano, e este possui capacidade de criar uma consciência ecológica e mecanismos capazes de amenizar os efeitos sofridos pela degradação ambiental.

Sugere-se que, por meio de seus projetos de extensão, iniciação científica e ações comunitárias, as instituições de ensino possam levar à comunidade a aplicação desses conhecimentos científicos e saberes gerados na academia.

Com isso, as perspectivas de estudos na região carboníferas são extensas, e possuem grandes lacunas como visto no trabalho apresentado, especialmente em relação ao meio biótico e aos aspectos sociais. Reforça-se a necessidade de maior acompanhamento no âmbito social,

ecológico, físico e econômico para compreender as trajetórias que as áreas degradadas pela mineração de carvão na região sul de Santa Catarina e a comunidade que vive em seu entorno irão percorrer.

REFERÊNCIAS

- ABCM. Associação Brasileira do Carvão Mineral. **Dados estatísticos 2017**. Disponível em: http://www.carvaomineral.com.br/conteudo/gm_estatisticas/estatisticas_2017.pdf. Acesso em: 5 jan. 2019.
- ABCM. Associação Brasileira do Carvão Mineral. **Dados estatísticos 2000**. Disponível em: http://www.carvaomineral.com.br/conteudo/gm_estatisticas/estatisticas2000.pdf. Acesso em: 5 jan. 2019.
- ABCM. Associação Brasileira do Carvão Mineral. **História do Carvão no Brasil**. Disponível em: http://www.carvaomineral.com.br/interna_conteudo.php?i_subarea=8&i_area=4. Acesso em: 15 out. 2018.
- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ALVES, R. V. **Estudo de caso da comercialização dos produtos florestais não madeireiros (PFNM) como subsídio para restauração florestal**. 2010. 231 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 3. ed. 2008. Disponível em: http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/2008_AtlasEnergiaEletricaBrasil3ed/297ceb2e-16b7-514d-5f19-16cef60679fb. Acesso em: 5 jan. 2019.
- ARAÚJO, R. F.; ALVARENGA, L. A. Bibliometria na pesquisa científica da pós-graduação brasileira de 1987 a 2007. **R. Eletr. Bibliotecon.**, v. 16, n. 31, p. 51-70, 2011.
- BELLOTTO, A. *et al.* R. Fase 6: inserção de outras formas de vida no processo de restauração. *In*: RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.) **Pacto pela Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQU: Instituto BioAtlântica, 2009. p. 55-61.
- BELLOLLI, M.; QUADROS, J.; GUIDI, A. **A História do carvão em Santa Catarina**. Criciúma: Imprensa Oficial do Estado de Santa Catarina, 2002.
- BINUCCI, C.; DIDIMO, W.; SPATARO, E. Fully dynamic semantic word clouds. *In*: 7th International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA), 2016, Grécia. **Anais eletrônicos...** Grécia: IEEE, 2016. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7785428/authors#authors>. Acesso em: 15 out. 2017.
- BOANARES, D.; AZEVEDO, C. S. The use of nucleation techniques to restore the environment: a bibliometric analysis. **Nat. Conservação**, v. 12, n. 2, p. 93-98, 2014.
- BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. **Restauração Florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
- BRANCO, D. A. C. *et al.* Emissions reduction potential from CO₂ capture: a life-cycle

assessment of a Brazilian coal-fired power plant. **Energy Policy**, v. 61, p. 1221-1235, 2013.
 BRANDÃO, J. F. C. *et al.* Ecological restoration in area dominated by *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn in Caparaó National Park, MG. **Revista Árvore**, v. 41, n. 1, p. 1-11, 2017.

BRANDELERO, S. M. *et al.* Water and sediment monitoring in a coal mining area of the Palmeiras River, Tubarão Watershed (SC), Brazil. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 203-212, 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. **Pneumoconioses**. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2006.

BUENO, A. M. S. *et al.* Frequencies of chromosomal aberrations in rodents collected in the coal field and tobacco culture region of Criciúma, south Brazil. **Journal of Toxicology and Environmental Health**, v. 36, n. 2, p. 91-102, 1992.

BUNSE, H. A. W. **A mineração de carvão no Rio Grande do Sul: Estudo histórico, etnográfico e sociolinguístico**. Porto Alegre: Secretaria de Energia, Minas e Comunicação, 1984.

CAMPANER, V. P.; LUIZ-SILVA, W. Physico-chemical process in acid drainage in coal minig, South Brazil. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 146-152, 2009.

CAMPOS, M. L. *et al.* Impactos no solo pela mineração e depósito de rejeitos de carvão mineral. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 9, n. 2, p.198-205, 2010.

CAMPOS, M. L.; ALMEIDA, J. A.; SOUZA, L. S. Avaliação de três áreas de solo construído após a mineração de carvão a céu aberto e Lauro Muller, Santa Catarina. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1123-1137, 2003.

LIMA, M. H. R.; TEIXEIRA, N. S. **Comunicação Técnica - A contribuição da grande mineração as comunidades locais: uma perspectiva econômica e social**. 2006. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/images/congressos/2006/CAC00410006.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2018.

CHAVES, A. P. Os problemas do carvão em geral e do carvão brasileiro em particular. *In*: SOARES, P. S. M.; SANTOS, M. D. C.; POSSA, M. V. (Ed.). **Carvão brasileiro: tecnologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. p. 13-24.

CHAVES, C. L.; MANFREDI, C. S. Arbóreas medicinais das matas ciliares do Rio Canoas: potencialidade de uso em projetos de restauração. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 12, n. 3, p. 322-332, 2010.

CHAZDON, R. L. Beyond Deforestation: Restoring Forests and Ecosystem Services on Degraded Lands. **Science**, v. 320, p. 1458-1460, 2008.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 3. ed. São Paulo: Ed. Cortez, 1991. CIRM. Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II. Brasília, 1997.

CITADINI-ZANETTE, V.; BOFF, V. P. **Levantamento florístico em áreas mineradas a céu aberto na região carbonífera de Santa Catarina, Brasil**. Florianópolis: Secretaria de Estado da Tecnologia, Energia e Meio Ambiente, 1992.

CITADINI-ZANETTI, V. *et al.* *Mimosa scabrella* Benth. (Fabaceae) enhances the restoration in coal mining areas in the atlantic rainforest. **Cerne**, Lavras, v. 23, n.1, p. 103-114, 2017.

CITADINI-ZANETTE, V. *et al.* Recuperação de áreas degradadas pela mineração de carvão em Santa Catarina. *In*: ALBA, J. M. F. **Recuperação de áreas mineradas**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2018. P. 397-426.

CIVEIRA, M. S. *et al.* The properties of the nano-minerals and hazardous elements: Potential environmental impacts of Brazilian coal waste fire. **Sci Total Environ.**, v. 15, n. 544, p. 892-900, 2016.

CLEWELL, A.; RIEGER, J.; MUNRO, J. (Ed.). **Guidelines for Developing and Managing Ecological Restoration Projects**. 2. ed. Disponível em: https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/ser_publications/Dev_and_Mng_Eco_Rest_Proj.pdf. Acesso em: 28 jul. 2017.

COELHO, S. R. F. *et al.* Crescimento, nutrição e fixação biológica de nitrogênio em plantios mistos de eucalipto e leguminosas arbóreas. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 759-768, 2007.

COLONETTI, S. *et al.* Florística e estrutura fitossociológica em floresta ombrófila densa submontana na Barragem do Rio São Bento, Siderópolis, Estado de Santa Catarina. **Acta Scientiarum, Biological Science**, v. 31, n. 4, p. 337-458, 2009.

CITADINI-ZANETTE, V. **Florística, fitossociologia e aspectos da dinâmica de um remanescente de mata atlântica na microbacia do rio Novo, Orleans, SC**. 1995. 249 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1995.

CURCIO, G. R.; LIMA, V. C.; GIAROLA, N. F. B. **Antropossolos**: proposta de ordem (1º aproximação). Colombo: Embrapa Florestas, 2004.

CUTRONEO, C. M. N. L. *et al.* A mineralogical and geochemical study of three Brazilian coal cleaning rejects: demonstration of electron beam applications. **International Journal of Coal Geology**, v. 130, p. 33-52, 2014.

DIAS, C. L. *et al.* Nanominerals and ultrafine particles from coal fires from Santa Catarina, South Brazil. **International Journal of Coal Geology**, v. 122, p. 50-60, 2014.

ELIAS, G. A. *et al.* Arecaceae: análise bibliométrica das espécies nativas do estado de Santa Catarina, Brasil. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 1, p. 85-92, 2015.

ELIAS, G. A.; SANTOS, R. Produtos Florestais Não Madeireiros e valor potencial de exploração sustentável da floresta atlântica no sul de Santa Catarina. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 249-262, 2016.

ELSEVIER. **Science of the Total Environment**. Disponível em: <https://www.journals.elsevier.com/science-of-the-total-environment>. Acesso em: 20 nov. 2018a.

ELSEVIER. **Chemosphere**. Disponível em: <https://www.journals.elsevier.com/chemosphere>. Acesso em: 20 nov. 2018b.

ELSEVIER. **Journal of Hazardous Materials**. Disponível em: <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-hazardous-materials>. Acesso em: 20 nov. 2018c.

ESPINDOLA, M. B.; REIS, A. A chuva de sementes em restinga em processo de restauração após degradação por contaminação de *Pinus sp.* In: TRES, D. R.; REIS, A. (Coord.). **Perspectivas sistêmicas para a conservação e restauração ambiental**: do pontual ao contexto. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2009. p.203-2016.

FANTINI, A. C. *et al.* Restauração ambiental sistêmica como estratégia de integração entre a conservação e uso de recursos florestais em propriedades agrícolas no sul do Brasil. In: TRES, D. R.; REIS, A. (Coord.). **Perspectivas sistêmicas para a conservação e restauração ambiental**: do pontual ao contexto. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2009. p. 72-87.

FAO. Food and Agriculture Organization of United Nations. **Products forestales no madereros**: possibilidades futuras. Roma: Estudio FAO Montes 97, 1992.

FERRETI, A. R. Fundamentos ecológicos para o planejamento da restauração florestal. In: GALVÃO, A. P. M.; MEDEIROS, A. C. de S. (Ed.). **Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2002. p. 21-26.

FORTI, M. C. *et al.* Deposition patterns of SO_4^{2-} , NO_3^- and H^+ in the Brazilian territory. **Water Air and Soil Pollution**, v. 130, n. 1, p. 1121-1126, 2001.

FREITAS, T. R. O. Geographic distribution and conservation of four species of the genus *Ctenomys* in southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 30, n. 1, p. 53-59, 1995.

FTC. Ferrovia Tereza Cristina. **História da Estrada de Ferro no sul de Santa Catarina**. Disponível em: <http://ftc.com.br/a-empresa/historia>. Acesso em: 27 out. 2015.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (Ed.). **Mata Atlântica**: biodiversidade, ameaças e perspectivas. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2005.

GAMBIN, F.; COSTA, J. F. C. L.; KOPPE, J. C. Estratégia de controle de qualidade de minérios na lavra utilizando simulação geoestatística. **Rev. Esc. Minas**, Ouro Preto, v. 58, n. 3, p. 193-200, 2005.

GANDOLFI, S. Regimes de luz em florestas estacionais semidecíduais e suas possíveis consequências. In: CLAUDINO-SALES, V. (Org.) **Ecossistemas brasileiros**: manejo e conservação. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2003. p. 305-311.

GANDOLFI, S.; BELLOTO, A.; RODRIGUES, R. R. Fase 7: Inserção do conceito de grupos

funcionais na restauração, baseada no conhecimento da biologia das espécies. *In*: RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. (Org.). **Pacto pela Mata Atlântica**: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: LERF/ESALQU: Instituto BioAtlântica, 2009. p. 62-85.

GARFIELD, E. Citation indexes for science: a new dimension in documentation through association of ideas. **Science**, v. 122, n. 3159, p. 108-111, 1955.

GENES, L. *et al.* Effects of howler monkey reintroduction on ecological interactions and processes. **Conservation Biology**, v. 33, n. 1, p.88-98, 2018.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GLAUSER, S.; MCALLISTER, M. L.; MILIOLI, G. The challenges of sustainability in mining regions: The coal mining region of Santa Catarina, Brazil. **Natural Resources Forum**, v. 29, n. 1, p. 1-11, 2005.

GOMES, A. P. *et al.* Carvão fóssil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 12, n. 33, p. 89-106, 1998.

GOMES, C. C. P. O papel social da universidade. *In*: Colóquio Internacional de Gestão Universitária, 14, 2014, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: Colóquio internacional de gestão universitária, 2014. p.1-11.

GOMES, C. J. B. *et al.* Projeto de recuperação ambiental da bacia carbonífera de Santa Catarina. *In*: SOARES, P. S. M.; SANTOS, M. D. C.; POSSA, M. V. (Ed.) **Carvão Brasileiro**: tecnologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: CETEM, 2008.

GOULARTI FILHO, A.; MORAES, F. F. Formação, expansão e desmonte parcial do Complexo Carbonífero Catarinense. **História & Perspectiva**, Uberlândia, v. 40, p. 251-267, 2009.

GRIFFITH, J. J. **Recuperação conservacionista da superfície das áreas mineradas**: uma revisão de literatura. Boletim Técnico, 79. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1980.

GTA. Grupo Técnico de Assessoramento. **Relatório de monitoramento dos indicadores ambientais, 11**. ACP Nº 2000.72.04.002543-9/SC, 2018. Disponível em: https://alunosatcedu-my.sharepoint.com/personal/ctcl_satc_edu_br/Documents/Forms/All.aspx?CID=dd0e89c4%2D0f28%2D4824%2Da55a%2D5079c33123b2&FolderCTID=0x01200002C19727E2D35F4C94124F3F8EEF250F&id=%2Fpersonal%2Fctcl%5Fsatc%5Fedu%5Fbr%2FDocuments%2F11%5FRelatorio%5FGTA%20%2D%202017%2FGTA%5F11%5FREL%5FFinal%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Fctcl%5Fsatc%5Fedu%5Fbr%2FDocuments%2F11%5FRelatorio%5FGTA%20%2D%202017. Acesso em: 19 ago. 2018.

GTA. Grupo Técnico de Assessoramento. **Relatório de monitoramento dos indicadores ambientais, 1**. ACP Nº 2000.72.04.002543-9/SC, 2007. Disponível em: <http://www2.prsc.mpf.mp.br/sedes/prm-criciuma/arquivo-carvao/relatorio-monitoramento.zip/view>. Acesso em: 9 ago. 2016.

HENNEN, F.; PORNSCHLEGEL, J. mining and utilizations of Hardcoal in Brazil. *Erzmetall: Journal for Exploration, Mining and Metallurgy*, v. 41, n. 5, p. 292-297, 1988.

HIGGS, E. What is Good Ecological Restoration? *Conservation Biology*, v. 11, n. 2, p. 338-348, 1997.

HIRSCH, J. E. An index to quantify an individual's scientific research output. *PNAS*, Washington, v. 102 n. 46, p. 16569-16572, 2005.

HULSE, R. Apresentação. In: BELOLLI, M.; QUADROS, J.; GUIDI, A. **A História do Carvão em Santa Catarina**. Criciúma: Imprensa Oficial do Estado de Santa Catarina, 2002. p. 11-12.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F.; CAMPOS, I. C. Soaring extinction threats to endemic plants in Brazilian metal-rich regions. *Ambio*, v. 40, n. 5, p. 540-543, 2011.

JANKEVICIUS, J. V. A pesquisa científica e as funções da Universidade. *Semina*, v. 16, n. 2, p. 328-330, 1995.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo/FAPESP, 2004. p. 249-269.

KLEIN, A. S. **Áreas degradadas pela mineração de carvão no sul de Santa Catarina: Vegetação versus substrato**. 2006. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2006.

KLEIN, A. S. *et al.* Regeneração natural em área degradada pela mineração de carvão em Santa Catarina, Brasil. *R. Esc. Minas*, v. 62, n. 3, p. 297-304, 2009.

KOPPE, J. C.; COSTA, J. F. C. L. A lavra de carvão e o meio ambiente em Santa Catarina. In: SOARES, P. S. M.; SANTOS, M. D. C.; POSSA, M. V. (Ed.). **Carvão Brasileiro: Tecnologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008.

LATTUADA, R. M. *et al.* Determination of metals by total reflection x-ray fluorescence and evaluation of toxicity of a river impacted by coal mining in the South of Brazil. *Journal of Hazardous Materials*, v. 163, n. 2-3, p. 531-537, 2009.

LEITE, J. C.; SCHÜLER-FACCINI, L. Congenital defects in a coal mining region. *Revista de Saúde Pública*, v. 35, n. 2, p. 136-141, 2001.

LI, Z. *et al.* Litter decomposition and nitrogen mineralization of soils in subtropical plantation forests of southern China, with special attention to comparisons between legumes and non-legumes. *Plant and Soil*, v. 229, p. 105-116, 2001.

LOPES, R. P.; SANTO, E. L.; GALATTO, S. L. Mineração de Carvão em Santa Catarina: Geologia, geoquímica e impactos ambientais. In: MILIOLI, G.; SANTOS, R.; CITADINI-ZANETTE, V. **Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no sul de Santa Catarina: uma abordagem interdisciplinar**. Curitiba: Juruá, 2009. p. 51-70.

LOPES, S. *et al.* A bibliometria e a avaliação da produção científica: indicadores e ferramentas. **Actas dos Congressos Nacionais de Bibliotecários, Arquivistas e Documentalistas**, n. 11, p.1-7, 2012.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 4.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002.

MACHADO, L. A.; SCHNEIDER, I. A. H. Ensaio estático e cinético para a prevenção de geração de drenagem ácida de minas de carvão com escória de aciaria. **R. Esc. Minas**, v. 61, n. 3, p. 329-335, 2008.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS, A. A. **Sócio-economia do carvão em Santa Catarina**: uma contribuição ao estudo de sua trajetória. 2005. 187 f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

MEADOWS, D. H.; RANDERS, J.; MEADOWS, D. **Limites do crescimento**: a atualização de 30 anos. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007

MELI, P. *et al.* Combining ecological, social and technical criteria to select species for forest restoration. **Applied Vegetation Science**, v. 17, p. 744-753, 2014.

MILIOLI, G. Mining, environment, and development in Southern Santa Catarina, Brazil: non-governmental organization, "Terra Verde" and its ideas for sustainability. **Environments**, v. 33, n. 1, p. 25-40, 2005.

MONTGOMERY, R.; CHAZDON, R. Light gradient partitioning by tropical tree seedlings in the absence of canopy gaps. **Oecologia**, v. 131, n. 2, p. 165-174, 2002.

MOSCHINI-CARLOS, V.; LUIZ, M.; POMPEO, M. Impact of coal mining on water quality of three artificial lakes in Morozini River Basin (Treviso, Santa Catarina State, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensis**, Rio Claro, v. 23, n. 3, p. 271-281, 2011.

MPF. Ministério Público Federal. **Critérios para Recuperação ou Reabilitação de Áreas Degradadas pela Mineração de Carvão Revisão 07**. Processo de Cumprimento da Sentença nº. 2000.72.04.002543-9 (Ação Civil Pública nº 3.8000.533-4). 2015. Disponível em: http://www.siecesc.com.br/meio_ambiente/arquivos-GTA. Acesso em: 20 dez. 2018.

MPF. Ministério Público Federal de Santa Catarina. **Reparação dos danos ambientais em áreas mineradas na bacia carbonífera do Sul do Estado de Santa Catarina**. (Período básico: 1972-1989). Ação Civil Pública n.2000.72.04.002543-9. 2006. Disponível em: https://www.jfsc.jus.br/acpdocarvao/conteudo/levantamento_minas/mineracao_acp.htm#10. Acesso em: 21 mar. 2017.

MUGNAINI, R.; JANNUZZI, P. M.; QUONIAM, L. Indicadores bibliométricos da produção científica brasileira: uma análise a partir da base Pascal. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 123-131, 2004.

NAIME, R.; GARCIA, A. C. A. **Percepção ambiental e diretrizes para compreender a questão do meio ambiente**. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2004.

NASCIMENTO, D. F. *et al.* Crescimento inicial de seis espécies florestais em diferentes espaçamentos. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 159-165, 2012.

NASCIMENTO, D.; BITENCOURT, J. B. De granito e de bronze: marcos da identidade carbonífera em cidades catarinenses. **Varia hist.**, Belo Horizonte, v. 24, n. 39, p. 329-343, 2008.

OLIVEIRA, L. B.; MEDEIROS, L. R.; FARIAS, G. S. de. **Sociedade Brasileira de Ciências do Solo: um olhar sobre sua história**. 3.ed. Viçosa: SBCS, 2015.

OLIVEIRA, M. L. S.; HEIDEMANN, E. E.; LIMA, K. T. Influencia del carbón em el desarrollo socio-económico del sur de Santa Catarina, Brasil. **Soc. nat.**, v. 23, n. 2, p. 263-274, 2011.

OLIVEIRA, M. L.S. *et al.* Multifaceted processes controlling the distribution of hazardous compounds in the spontaneous combustion of coal and the effect of these compounds on human health. **Environ. Res.**, v. 160, p. 562-567, 2018.

ORLANDI FILHO, V.; KREBS, A. S. J.; GIFFONI, L. E. Coluna White, Serra do Rio do Rastro, SC: Seção Geológica Clássica do Continente Gondwana no Brasil. *In*: WINGE, M. *et al.* (Ed.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. v. 2. Brasília: CPRM, 2009. p. 71-86.

OSORIO, F. H. *et al.* Water quality assessment of the Tubarão River through chemical analysis and biomarkers in the Neotropical fish *Geophagus brasiliensis*. **Environ. Sci. Pollut. Res. Int.**, v. 21, n. 15, p. 9145-9160, 2014.

OZINGA, W. A. *et al.* Dispersal potential in plant communities depends on environmental conditions. **Journal of Ecology**, v. 92, n. 5, p. 767-777, 2004.

PACHECO, D. **Planejamento para infraestrutura de trilha em fragmento florestal urbano no município de Criciúma, Santa Catarina**. 2010. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2010.

PASETTO, M. R. **Composição florística e estrutura de fragmento de Floresta Ombrófila Densa Submontana no município de Siderópolis, Santa Catarina**. 2008. 44 f. Monografia (TCC em Ciências Biológicas) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2008.

PAULETTO, E. A. *et al.* Reclamation of a degraded coal-mining area with perennial cover crops. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 40, p. 1-13, 2016.

PAULINO, L. C. *et al.* Molecular characterization of *Acidithiobacillus ferrooxidans* and *A. thiooxidans* strains isolated from mine wastes in Brazil. **International Journal of General and molecular Microbiology**, v. 80, n. 1, p. 65-75, 2001.

PEREIRA, S. P. *et al.* Simulação de produção em mina subterrânea de carvão com uso de conjuntos mecanizados. **Rev. Esc. Minas**, v. 63, n. 3, p. 581-589, 2010.

PHILOMENA, G. L. B.; FOLLMANN, J. I.; GONÇALVES, T. M. Aspectos da cultura do carvão em Criciúma (SC) a história que não se conta. **História Unisinos**, v. 16, n. 2, p. 244-255, 2012.

PILON, N. A. L.; DURIGAN, G. Critérios para indicação de espécies prioritárias para a restauração da vegetação de cerrado. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 99, p. 389-399, 2013.

POMPEO, M. L. M. *et al.* Qualidade da água em região alterada pela mineração de carvão na microbacia do rio Fiorita, Siderópolis, Estado de Santa Catarina, Brasil. **Acta Scientiarum, Biological Sciences**, v. 26, n. 2, p. 125-136, 2004.

QUINÕES, O. R. G. *et al.* Características de solo construídos após mineração de carvão relacionadas ao processo de construção e à composição do material utilizado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1564-1571, 2008.

RAVAZZOLI, C. A problemática ambiental do carvão em Santa Catarina: sua evolução até os Termos de Ajustamento de Conduta vigente entre os anos de 2005 e 2010. **Geografia em Questão**, v. 6, n. 1, p. 179-201, 2013.

REIS, A. **Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da Encosta Atlântica em Blumenau, SC**. f. 154. 1995. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

REIS, A. *et al.* Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**. V.1, n. 1, p. 28-36, 2003.

REIS, D. A.; LIMA, C. L. R.; PAULETTO, E. A. Resistência tênsil de agregados e compressibilidade de um solo construído com plantas de cobertura em área de mineração de carvão em Candiota, RS. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v. 38, n. 2, p. 669-678, 2014.

REM. Revista Escola de Minas. **About REM**. Disponível em: <https://www.rem.com.br/about-rem/>. Acesso em: 28 set. 2018.

RIBEIRO, J. T. M.; FERREIRA, G. C. Mineração subterrânea de carvão X comunidade no seu entorno: um exemplo de Santa Catarina. **Rev. Esc. Minas**, Ouro Preto, v. 60, n. 3, p. 459-464, 2007.

ROCHA-NICOLEITE, E. **Processos iniciais de restauração ecológica em áreas degradadas por mineração de carvão**. 2015. 130 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

ROCHA-NICOLEITE, E. *et al.* **Mata Ciliar**: implicações técnicas sobre a restauração após mineração de carvão. Criciúma, SATC, 2013.

RODRIGUES, M. L.; MALHEIROS, T. F.; FERNANDES, V. A percepção ambiental como instrumento de apoio na gestão e na formulação de políticas públicas ambientais. **Saúde Soc.**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 96-110, 2012.

RODRIGUES, E. **Ecologia da Restauração**. Londrina: Planta, 2013.

- RODRIGUEZ-IRURETAGOIENA, A. *et al.* The mobilization of hazardous elements after a tropical storm event in a polluted estuary. **Science of the Total Environment**, v. 15, p. 721-729, 2016.
- ROHR, P. *et al.* Evaluation of genetic damage in open-castcoal mine workers using the bucal micronucleus cytomeassay. **Environmental and molecular mutagenesis**, v. 54, n. 1, p. 65-71, 2013.
- ROSA, A. M. *et al.* Ficoflora de ambientes lênticos: estudo preliminar da região de Charqueadas, Rio Grande do Sul, com vistas à avaliação ambiental. **Acta bot. bras.**, v. 1, n. 2, p. 165-188, 1987.
- RUIZ, M. S. *et al.* Abordagens de conflitos socioambientais em casos de subsidiência de minas de carvão no Brasil e EUA. **Ambient. Soc.**, v. 17, n. 2, p. 129-156, 2014.
- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia das Minas e Energia. **Diagnóstico do carvão catarinense**. Florianópolis: SECTME, 1990.
- SANTOS, A. J. *et al.* Produtos não madeireiros conceituação, classificação, valoração e mercados. **Revista Floresta**, v. 33, n. 2, p. 215-224, 2003.
- SANTOS, G. E. O.; NETTO, A. P.; WANG, X. Análise de citações de periódicos científicos de turismo no Brasil: subsídios para a estimação de indicadores de impacto. **Rev. Bras. Pesq. Tur.**, v. 11, n. 1, p. 61-88, 2017.
- SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 2018.
- SANTOS, M. D. *et al.* Biomonitoring of trace elements in urine samples of children from a coal-mining region. **Chemosphere**, v. 197, p. 622-626, 2018.
- SANTOS, M. J. *et al.* Leachability of major and minor elements from soils and sediments of an abandoned coal mining area in Southern Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 187, n. 83, p. 2-13, 2015.
- SANTOS, R. **Reabilitação de ecossistemas degradados pela mineração de carvão a céu aberto em Santa Catarina, Brasil**. 2003. 115f. Tese (Doutorado em Engenharia Mineral) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- SANTOS, R. *et al.* Spontaneous vegetation on overburden piles in the coal basin of Santa Catarina, Brasil. **Restoration Ecology**, v. 16, n. 3, p. 444-452, 2008.
- SILVA, R. T. **Florística e estrutura da sinúsia arbórea de um Fragmento urbano de floresta ombrófila densa do Município de Criciúma, Santa Catarina**. 2006. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2006.
- SILVA JUNIOR, F. *et al.* Genotoxicity in brazilian coal miners and its associated factors. **Hum. Exp. Toxicol.**, v. 37, n. 9, p. 891-900, 2018.

SILVA, C. Nas profundezas da terra: um estudo sobre a região carbonífera do Rio Grande do Sul (1883-1945). 2007. 391 f. Tese (Doutorado em História) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SILVA, L. F. O. *et al.* Coal cleaning residues and Fe-minerals implications. **Environmental monitoring and assessment**, v. 172, n. 1-4, p. 367-378, 2011.

SILVA, L. F. O. *et al.* Brazilian coal mining residue sand sulphide oxidation by Fenton's reactions: an accelerated weathering procedure to evaluate possible environmental impact. **Journal of Hazardous Materials**, v. 186, n. 1, p. 516-525, 2011.

SILVA, L. F. O. *et al.* Study of environmental pollution and mineralogical characterization of sediment rivers from Brazilian coal mining acid drainage. **Science of the Total Environment**, v. 447, p. 169-178, 2013.

SILVA, L. F.; WOLLENSCHLAGER, M.; OLIVEIRA, M. L. A preliminar study of coal mining drainage and environmental health in the Santa Catarina region, Brazil. **Environ. Geochem Health**, v. 33, n. 1, p. 55-65, 2010.

SILVA, M. G. *et al.* Impact of greenhouse gases on surface coal mining in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 193, p. 206-2016, 2018.

SOARES, E. R. *et al.* Efeito da compactação e CaCO_3 na oxidação da pirita em estéril de mineração de carvão. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 65-73, 2002.

SOARES, E. R. *et al.* Cinza e carbonato de cálcio na mitigação de drenagem ácida em estéril de mineração de carvão. **Rev. Bras. Ciên. Solo**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 171-182n. 1, 2006.

SOUZA, M. R. *et al.* Evaluation of the genotoxic potential of soil contaminated with mineral coal tailings on snail *Helix aspera*. **Chemosphere**, v. 139, p. 512-517, 2015.

SUGANUMA, M. S *et al.* Ecossistemas de referência para restauração de matas ciliares: existem padrões de biodiversidade, estrutura florestal e atributos funcionais? **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 835-847, 2013.

TEDESCO, M. J. *et al.* Reclamation of spoil and refuse material produced by coal mining using bottom ash and lime. **Environmental Technology**, v. 1, n. 5, p. 523-529, 1999.

TEIXEIRA, E. C. **Estudos ambientais em Candiota: carvão e seus impactos**. Porto Alegre: FEPAM, 2004.

TEIXEIRA, E. C. *et al.* A Preliminary Study of Metals in Sediments from Areas Influenced by Coal Processing and Steel Industry Activities: Baixo Jacuí Region, RS, Brazil. **Environmental Technology**, v. 18, n. 6, p. 581-591, 1997.

TEIXEIRA, E. *et al.* Distribution of selected heavy metals in fluvial sediments of the coal mining region of Baixo Jacuí, RS, Brazil. **Environmental Geology**, v. 41, n. 1, p. 145-154, 2001.

TRES, D. R.; REIS, A. Banco de sementes de uma mata ciliar em processo de restauração

- ecológica em uma fazenda produtora de *Pinus taeda* L. Rio Negrinho, Santa Catarina. In: **Perspectivas sistêmicas para a conservação e restauração ambiental**: do pontual ao contexto. TRES, D. R.; REIS, A. (Coord.). Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2009. p. 289-312.
- TUAN, Y. F. **Topofilia**: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. São Paulo: Difel, 1980.
- van der PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. 2. ed. Berlin: Springer, 1972.
- VEIGA, L. H. S. *et al.* A retrospective mortality study of workers exposed to radon in a Brazilian underground coal mine. **Radiation and environmental biophysics**, v. 45, n. 2, p. 125-134, 2006.
- VEIGA, L. H. S. *et al.* Feasibility study for a long-term follow-up in a historical cohort of Brazilian coal miners. **Journal of Radiological Protection**, v. 27, n. 3, p. 349-60, 2007.
- VEIGA, L. H. S. *et al.* High radon exposure in a Brazilian underground coal mine. **Journal of Radiological Protection**, v. 24, n. 3, p. 295-305, 2004.
- VOLPATO, T. G. **A Pirita Humana**: os mineiros de Criciúma. 1982. 332f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1982.
- VOLPATO, S. B.; MENEZES, C. T. B.; SILVA, J. V. F. Recuperação ambiental de ecossistemas aquáticos em regiões estuarinas: estudos aplicados para o tratamento de sedimentos contaminados pela drenagem ácida de mina na Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga, Santa Catarina. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 2, p. 313-316, 2017.
- WAANDERS, F. B.; SILVA, L. F. O.; SAIKIA, B. K. The use of Mössbauer spectroscopy in environmental research. **Hyperfine Interact**, v. 238, n. 52, p. 1-13, 2017.
- ZANELATTO, J. H.; GOULART FILHO, A. Carvão e Ferrovia: ecos de progresso e disputas políticas no Sul Catarinense na Primeira República. **Estudios Historicos**, Ano 6, n. 12, p. 1-12, 2014.
- ZHANG, L. *et al.* A review of published wetland research, 1991-2008: Ecological engineering and ecosystem restoration. **Ecological Engineering**, v. 36, p. 973-980, 2010.
- ZIMMERMANN, D. G.; TREBIEN, D. O. P. Solos construídos em áreas mineradas como fundamento para recuperar o ambiente. **Revista de Tecnologia e Ambiente**, v. 7, n. 1, p. 61-103, 2001.
- ZOCHE, J. J. *et al.* Heavy metals and DNA damage in blood cells of insectivore bats in coal mining areas of Catarinense coal basin, Brazil. **Environ. Res.**, v. 110, n. 7, p. 684-691, 2010.
- ZOCHE, J. J.; PORTO, M. L. Florística e fitossociologia de campo natural sobre banco de carvão e áreas mineradas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, v. 6, n. 2, p. 47-84, 1992.

APENDICE A

Questionário para pesquisa de Percepção Ambiental das comunidades circunvizinhas de áreas degradadas pela mineração de carvão, Sul do Estado de Santa Catarina.

Responsável pela entrevista: _____ Data: __/__/__. Entrev. Nº. _____
 Nome do Entrevistado: _____
 Idade: _____ Sexo: F() M() Quanto tempo reside no local: _____
 Município/Localidade: _____

1. Você acha que a região da sua comunidade possui degradação? Área degradada?
 Sim Não
2. Se sim, qual a fonte da degradação? O que gerou essa degradação?
3. O que você acha da mineração de carvão é positiva ou negativa? É boa ou ruim?
4. Você lembra da paisagem antes da atividade de mineração? Se sim, como era?
5. O que você acha das áreas hoje, qual a situação que elas se encontram?
6. Você acha que essas áreas estão em processo de recuperação? Ou estão recuperadas?
7. O que você gostaria que fosse feito nessas áreas mineradas? Qual uso futuro que daria à elas?
8. Pra você, se houvesse floresta nessas áreas, seria bom?
9. Pra você, a qualidade ambiental do ar é?
 muito ruim ruim regular bom ótima
10. Pra você, a qualidade ambiental dos rios é?
 muito ruim ruim regular bom ótima
11. Pra você, a qualidade ambiental do solo é?
 muito ruim ruim regular bom ótima
12. Houve algum contato, reunião, informativo da mineradora, dos técnicos, dos órgãos municipais falando algo sobre essas áreas? E sobre o que vão fazer nelas?
13. Você se sente lesado por esta degradação? O que uma área desta afeta sua vida?
14. Você conhece a Ação Civil Pública do MPF? sabe em que situação está o processo dessas áreas? Quando vão mexer? Qual prazo pra concluir?