



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgf>



Potencial poluidor de atividades industriais em uma cidade de médio porte sul brasileira como indicador para o biomonitoramento passivo da flora

Ricardo Larroyed de Oliveira^{1, *}, João Carlos Ferreira de Melo Júnior^{1, +}

¹Laboratório de Morfologia e Ecologia Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente, Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE) - Rua Paulo Maschitzki, 10, CEP 89219-710, Joinville, SC, Brasil.

*ricardo.larroyed@univille.br

+joao.melo@univille.br

Artigo recebido em 30/03/2023 e aceito em 12/12/2023

RESUMO

O consumo excessivo e a produção insustentável provocam impactos negativos no meio ambiente. Em cidades de médio porte, onde a infraestrutura e os recursos para mitigação da poluição podem ser limitados, a problemática se torna ainda mais evidente. Este estudo visa avaliar o potencial poluidor, distribuição geográfica e população exposta aos poluentes em uma cidade de porte médio, utilizando pesquisa exploratória com dados secundários das Licenças Ambientais fornecidos por órgãos governamentais. Verificou-se a predominância de indústrias do setor moveleiro, com potencial poluidor moderado para contaminação do ar e água na maioria das localidades do município. A região central, com maior densidade demográfica, possui menos atividades industriais, mas apresenta grandes indústrias com potencial poluidor grave para contaminação do ar, água, solo e geral. A concentração de indústrias com alto potencial poluidor, como fabricação de tintas e solventes, em áreas menos habitadas, também pode afetar o meio ambiente e a população. Os sistemas de informação dos órgãos fiscalizadores apresentam limitações que dificultam o acesso e a falta de padronização de informações, como o Plano de Manejo de Resíduos. Logo, é fundamental o aprimoramento dos sistemas de controle e fiscalização ambiental para garantir o controle social e que atividades industriais sejam realizadas de forma segura e responsável, minimizando os riscos de exposição a substâncias tóxicas.

Palavras-chave: Indústrias; Poluição Industrial; Saúde Pública; Licenciamento Ambiental; Cidades.

Polluting potential of industrial activities in a medium-sized southern Brazilian city as an indicator for passive flora biomonitoring

ABSTRACT

The excessive consumption and unsustainable production cause negative impacts on the environment. In medium-sized cities, where infrastructure and resources for pollution mitigation may be limited, the problem becomes even more evident. This study aims to evaluate the pollutant potential, geographical distribution, and population exposed to pollutants in a medium-sized city, using exploratory research with secondary data from Environmental Licenses provided by government agencies. The predominance of furniture industry was observed, with moderate pollutant potential for air and water contamination in most of the municipality's locations. The central region, with higher population density, has fewer industrial activities but features large industries with severe pollutant potential for air, water, soil, and general contamination. The concentration of industries with high pollutant potential, such as paint and solvent manufacturing, in less inhabited areas can also affect the environment and the population. The information systems of supervisory agencies have limitations that hinder access and lack standardization of information, such as Waste Management Plans. In this context, it is essential to improve environmental control and inspection systems to ensure social control and that industrial activities are carried out safely and responsibly, minimizing the risks of exposure to toxic substances.

Keywords: Industry; Industrial Pollution; Public Health; Environmental Licensing; Cities.

Introdução

A relação entre produção, consumo, e conservação ambiental é um tema cada vez mais complexo face à expansão do modelo do capital e do crescimento humano exponencial pós-revolução industrial. O consumo excessivo e a produção insustentável são os principais

responsáveis pelos impactos ambientais negativos, tais como a degradação dos ecossistemas, a perda de biodiversidade, a mudança climática e a contaminação da água, do solo e do ar. Entretanto, é importante salientar que, de outra forma, o consumo e a produção sustentáveis desempenham um papel essencial na promoção do

desenvolvimento, com o crescimento econômico, a justiça social e a proteção ambiental (Wang et al., 2019; de Castro Camioto & Pulita, 2022).

No Brasil, a necessidade de conciliar o crescimento econômico com a proteção ambiental levou à criação da exigência do licenciamento ambiental para instalação, operação e expansão de empreendimentos e atividades humanas que possam ser consideradas potencialmente poluidoras. A concessão da licença é feita pelo órgão ambiental público competente, que avalia os impactos ambientais do empreendimento e define as medidas necessárias para minimizar os impactos, incluindo as medidas mitigadoras e compensatórias (Schiavo & Bussinguer, 2020; S. Teixeira & Silva, 2022).

A Constituição Brasileira de 1988 destaca que a proteção ambiental é uma responsabilidade comum dos governos federal, estaduais e municipais (Nascimento et al., 2020). O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) é o órgão federal encarregado de conceder autorizações para atividades que possam ter um impacto ambiental significativo em âmbito nacional ou internacional (Regina et al., 2023).

No Estado de Santa Catarina, o Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA) é a autarquia encarregada da gestão ambiental, fiscalização e controle das atividades econômicas que possam impactar o meio ambiente (Santa Catarina, 2017). O IMA é responsável pelo licenciamento ambiental, com exceção da Autorização de Corte, que estabelece as regras para a remoção da vegetação nativa em empreendimentos ou atividades, a qual foi delegada aos municípios do Estado (Santa Catarina, 2022).

Conforme estabelecido pela Política Nacional de Meio Ambiente (Brasil, 1981), o processo de licenciamento ambiental compreende diversas fases, que incluem a apresentação do projeto ou atividade pelo interessado, a análise técnica realizada pelos órgãos competentes, a realização de audiências públicas (quando

necessárias) e a emissão da licença ambiental correspondente à fase do empreendimento, podendo ser prévia, de instalação ou de operação (Formiga et al., 2023). No Estado, as indústrias são classificadas com potencial poluidor de impacto pequeno (P), médio (M) ou grande (G) para contaminação da água, ar, solo e geral, conforme tipologia utilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021) e tamanho do empreendimento industrial (CONSEMA, 2017).

Na legislação estadual não há descrição clara dos critérios de classificação do potencial poluidor (Hoinaski et al., 2020). Contudo, esse tipo de categorização quantitativa ordinal permite a comparação entre atividades distintas, fornecendo estimativas dos riscos de poluição em diversas partes do ecossistema e simplifica a participação social no controle do impacto ambiental (Martins & Oliveira, 2008).

Ao controle do impacto ambiental estão associadas a saúde ambiental e a qualidade vida humana (Pereira et al., 2023). Inúmeros estudos de biomonitoramento têm demonstrado a ocorrência de injúrias provocadas por poluentes ambientais em organismos da flora, da fauna e nas populações humanas, com tendências a alterações estruturais, fisiológicas, reprodutivas que comprometem, em diferentes níveis, a sua saúde e sobrevivência (Barreto et al., 2022; Djibril Sekou & Patel, 2022; Jiang et al., 2023; Rahmonov et al., 2023; Warren-Vega et al., 2023; Xiong et al., 2023).

São Bento do Sul é um município situado no planalto norte do Estado de Santa Catarina, nas coordenadas geográficas de Latitude 26° 15' 01" S. Longitude 49° 22' 43" W (Figura 1). Possui área total de 496 km² e população estimada em cerca de 86 mil habitantes. A região apresenta características geográficas marcadas por terrenos acidentados, que dificultam a prática da agricultura em larga escala, mas favorecem o desenvolvimento da atividade industrial. A economia da cidade é baseada na presença de empresas de grande porte, principalmente nos setores de metalurgia, cerâmica, têxtil, produção de móveis e artefatos plásticos (IBGE, [s.d.]; PMSBS, 2022).

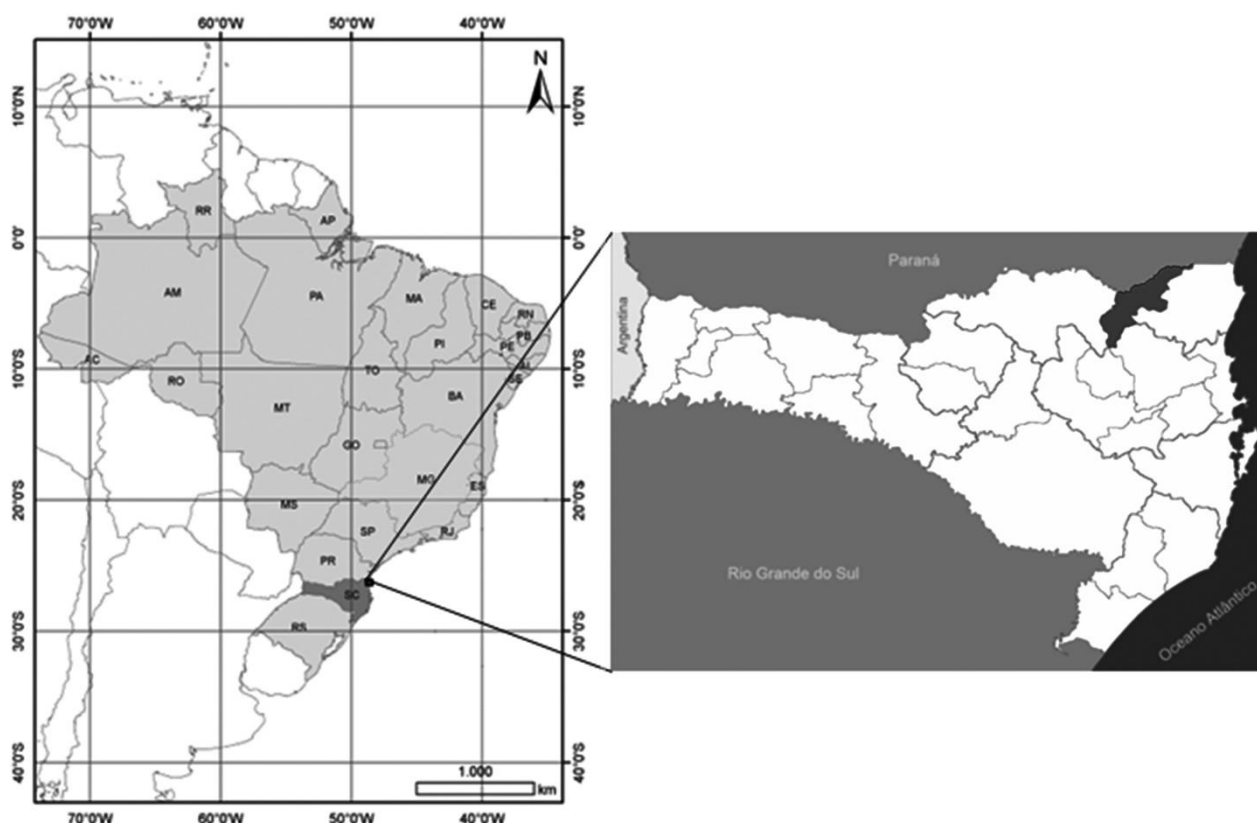


Figura 1. Localização de São Bento do Sul (marcador vermelho) no Estado de Santa Catarina.
Fonte: adaptado de Alice Hunter (2018).

Em uma cidade de porte médio, onde a infraestrutura e os meios para combater a poluição podem ser escassos, a avaliação da saúde ambiental é um desafio. A topografia irregular, combinada com a presença de indústrias, com potencial poluidor, pode resultar no acúmulo de substâncias nocivas ao meio ambiente, prejudicando a saúde dos organismos e pessoas que residem próximas a essas fontes emissoras de material poluente (Johnston & Cushing, 2020). O presente estudo objetivou tipificar as indústrias presentes no município de São Bento do Sul caracterizando-as em relação ao seu potencial impacto pela emissão de poluentes ambientais, sinalizando, assim, possíveis injúrias na vegetação e nas pessoas que vivem em sua área de abrangência e o potencial monitoramento da qualidade ambiental por meio do biomonitoramento passivo da vegetação.

Metodologia

A metodologia do trabalho consistiu em três etapas. Na primeira etapa, foi conduzida pesquisa exploratória por meio da análise de dados secundários obtidos das Licenças Ambientais emitidas pelos órgãos governamentais responsáveis pelo licenciamento de atividades industriais potencialmente poluidoras (IBAMA e IMA). Para tal, foram consultadas as bases de

dados disponibilizadas pelos órgãos governamentais (IBAMA, 2023; IMA, 2023).

Os dados selecionados foram: descrição da atividade potencialmente poluidora; código da atividade; código do grupo de atividade potencialmente poluidora; protocolo do Formulário de Caracterização de Empreendimento Integrado; Razão Social; Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica ou Cadastro Nacional de Pessoa Física; data de formalização do processo; fase atual do processo; número do documento; bairro; classificação do potencial poluidor para o ar, água, solo e geral. Os dados foram agregados a base de dados junto a informações sociodemográficas (área em quilômetros quadrados e população por bairros) disponibilizadas pela Prefeitura Municipal de São Bento do Sul.

Na segunda fase, foram identificados processos de licenciamento ambiental que apresentavam falta de registro do número de documento da licença ou certidão, processos duplicados relacionados às mesmas empresas, atividades e localidades, além de processos que se referiam exclusivamente a atividades industriais, de acordo com a tipologia definida pela legislação. Em seguida, os dados foram tabulados conforme características da atividade industrial, classificação do potencial poluidor, distribuição geográfica e estimativas da população adscrita por bairro.

Na terceira etapa, foram descritas e correlacionadas as atividades industriais com potenciais poluentes e vias de contaminação. A análise dos dados de frequência e distribuição ocorreu por meio da estatística descritiva. De acordo com a Lei nº 10.650/2003, que estabelece

normas gerais para a elaboração, a aprovação e o controle dos planos de manejo das unidades de conservação, todas as licenças ambientais emitidas devem ser publicadas em meios eletrônicos de acesso público (Brasil, 2003).

Resultados

No dia 20 de março de 2023, consultou-se as bases de dados nacional e estadual das licenças ambientais. No IBAMA, foi possível encontrar dois processos relacionados a estruturas rodoviárias e sistemas de transmissão de energia. No IMA, verificou-se a existência de 3.575 processos de licenças ambientais, dentre os quais 2.836 (79,3%) não possuíam o número de documento da licença ou certidão (Figura 2). Dos

739 (20,7%) processos restantes, que continham registro do documento de licença ou autorização, 331 (9,2%) eram processos repetidos referentes às mesmas empresas, atividades e localizações. Dentre as 408 (11,4%) licenças únicas e não repetidas, 201 (5,62%) eram classificadas como atividades industriais conforme resolução do CONSEMA (2017).

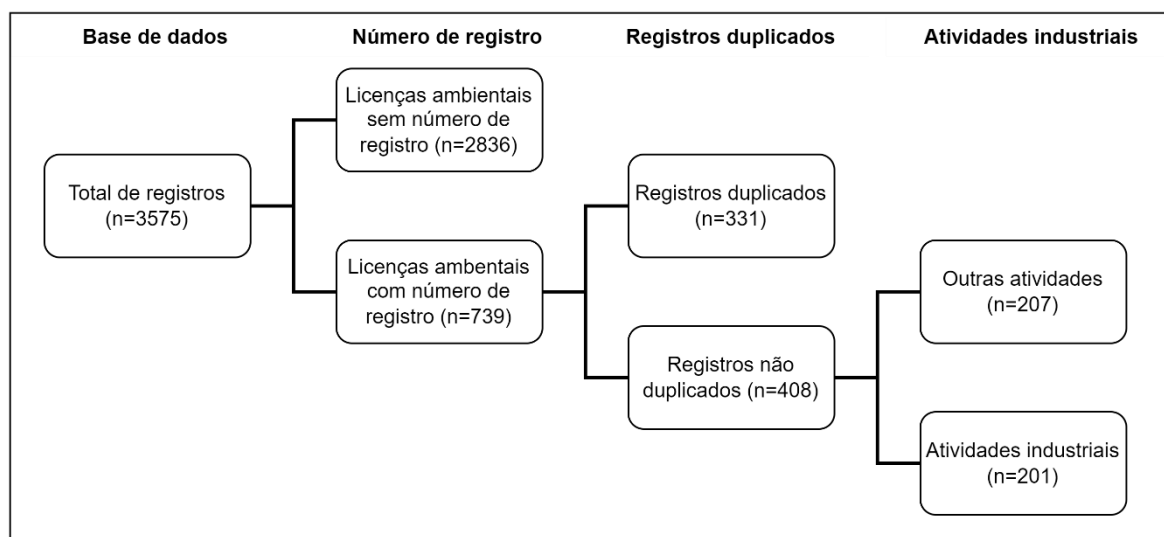


Figura 2. Fluxograma do processo de busca e seleção das licenças ambientais na base de dados do Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA).

Foram identificados 48 tipos de atividades industriais potencialmente poluidoras em São Bento do Sul, a partir da análise de 201 licenças ambientais (Quadro 1). As atividades mais frequentes foram: fabricação de móveis de

madeira, vime e junco (51 licenças); fabricação de artigos de materiais plásticos (16 licenças); serviço industrial de usinagem, soldas e similares (13 licenças).

Quadro 1. Atividades industriais das atividades industriais potencialmente poluidoras em São Bento do Sul, março/2023.

Atividade	Frequência	Porcentagem
Abate de animais de grande porte em frigoríficos	1	0,5
Aparelhamento de pedras para construção e execução de trabalhos em mármore, ardósia, granito e outras pedras.	1	0,5
Beneficiamento e fabricação de produtos alimentares	4	2
Desdobramento secundário de madeiras	4	2

Estamparia, funilaria e latoaria, sem tratamento químico superficial ou galvanotécnico ou pintura por aspersão ou esmaltação ou imersão.	5	2,5
Fabricação de abrasivos	1	0,5
Fabricação de artefatos de papel, papelão, cartolina e cartão, não associada a produção de papel, papelão, cartolina e cartão, com geração de resíduos perigosos ou com geração de efluentes líquidos industriais ou com emissões atmosféricas	6	3
Fabricação de artigos de cutelaria, armas, ferramentas manuais e fabricação de artigos de metal para escritório, usos pessoal e doméstico - exceto ferramentas para máquinas, sem tratamento químico superficial ou galvanotécnico ou pintura por aspersão ou esmaltação ou imersão.	1	0,5
Fabricação de artigos de material plástico	16	8
Fabricação de artigos diversos de resinas, fibras, fios artificiais e sintéticos e borracha e látex sintético	1	0,5
Fabricação de carvão vegetal	3	1,5
Fabricação de chapas e placas de madeira aglomerada, prensada ou compensada, revestida ou não com material plástico, com ou sem cogeração de energia elétrica	1	0,5
Fabricação de laminados plásticos	1	0,5
Fabricação de máquinas, aparelhos, componentes e equipamentos eletrônicos.	1	0,5
Fabricação de máquinas, aparelhos, peças e acessórios com tratamento químico superficial ou galvanotécnico ou fundição ou pintura por aspersão, ou esmaltação ou imersão.	3	1,5
Fabricação de máquinas, aparelhos, peças e acessórios sem tratamento químico superficial ou galvanotécnico ou fundição ou pintura por aspersão, ou esmaltação ou imersão.	8	4
Fabricação de material cerâmico esmaltado.	1	0,5
Fabricação de molduras, esquadrias e casas pré-fabricadas	1	0,5
Fabricação de móveis de madeira, vime e junco	57	28,4
Fabricação de móveis de metal ou com predominância de metal, revestidos ou não com lâminas plásticas - inclusive estofados	1	0,5
Fabricação de outros artigos de metal, não especificados em outros códigos, sem tratamento químico superficial ou galvanotécnico ou pintura por aspersão, ou esmaltação ou imersão.	4	2
Fabricação de peças, ornatos e estruturas de cimento e gesso.	3	1,5
Fabricação de produtos de perfumaria e cosméticos	2	1
Fabricação de produtos derivados do processamento do petróleo, de rochas oleígenas e do carvão mineral	1	0,5
Fabricação de resinas e de fibras e fios artificiais e sintéticos e de borracha e látex sintéticos	1	0,5
Fabricação de sabão, detergentes, desinfetantes e velas	2	1
Fabricação de telhas, tijolos e outros artigos de barro cozido – exceto de cerâmica esmaltada.	2	1
Fabricação de tintas, vernizes, solventes e impermeabilizantes	5	2,5
Fabricação e acabamento de artigos diversos do mobiliário	7	3,5
Fabricação e engarrafamento de cervejas e chopes	1	0,5
Fabricação e condicionamento de pneumáticos e câmaras-de-ar e fabricação de material para condicionamento de pneumáticos	3	1,5
Facção ou confecção têxtil com tinturaria ou lavanderia	1	0,5
Fiação ou tecelagem de fibras têxteis vegetais	2	1
Fracionamento de produtos químicos	1	0,5
Indústria editorial e gráfica com resíduos perigosos/efluentes	3	1,5

Indústrias de acabamento de superfícies.	1	0,5
Metalurgia dos metais não-ferrosos em formas primárias - inclusive metais preciosos.	1	0,5
Montagem e reparação de embarcações e estruturas flutuantes, reparação de caldeiras, máquinas, turbinas e motores	1	0,5
Montagem, reparação ou manutenção de máquinas, aparelhos e equipamentos industriais e comerciais, e elétricos e eletrônicos.	9	4,5
Produção de forjados, arames e relaminados de metais ferrosos e não ferrosos, a frio, sem tratamento químico superficial ou galvanotécnico.	2	1
Produção exceto em forno cubilot, de formas, moldes e peças fundidas de metais não ferrosos - inclusive ligas, sem tratamento químico superficial ou galvanotécnico.	2	1
Serralheria, fabricação de tanques, reservatórios e outros recipientes metálicos e de artigos de caldeireiro sem tratamento químico superficial ou galvanotécnico ou pintura por aspersão ou esmaltação ou imersão.	6	3
Serrarias e beneficiamento primário da madeira, exceto quando realizado somente por equipamento móvel	5	2,5
Serviço industrial de usinagem, soldas e semelhantes, com pintura por aspersão, ou esmaltação ou imersão.	3	1,5
Serviço industrial de usinagem, soldas e semelhantes.	13	6,5
Unidade de cominuição de madeira, inclusive as consideradas como resíduos sólidos	1	0,5
Usinas de produção de concreto asfáltico	1	0,5
Usinas de produção de concreto ou argamassa	1	0,5
Total	201	100

Fonte: Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina.

Essas atividades foram agrupadas em 14 grupos, sendo que os três principais, em ordem decrescente, foram a indústria de mobiliário, a indústria mecânica e a indústria metalúrgica (Quadro 2). Vale ressaltar que o setor moveleiro do município lidera as exportações nacionais, sendo responsável por 38% das exportações catarinenses

e 14% das exportações brasileiras de móveis (SINDUSMOBIL, 2023). As indústrias de produtos de matérias plásticas, mecânicas e de metalurgias, embora em menor número que a indústrias do mobiliário e de madeira, contam com algumas das maiores empresas do sul do país e grandes parques fabris (Grupo Amanhã, 2023).

Quadro 2. Distribuição por grupo das atividades industriais potencialmente poluidoras em São Bento do Sul, março/2023.

Grupo da atividade industrial	Frequência	Porcentagem
Indústria de mobiliário	65	32,3
Indústria mecânica	27	13,4
Indústria metalúrgica	22	10,9
Indústria de produtos de matérias plásticas	17	8,5
Indústria de madeira	12	6
Indústria química	12	6
Indústria de material elétrico e comunicações	10	5
Indústria de produtos minerais não metálicos	7	3,5
Indústrias diversas	7	3,5
Indústria de papel e papelão	6	3
Indústria de produtos alimentares	5	2,5
Indústria da borracha	3	1,5
Indústria editorial e gráfica	3	1,5
Indústria têxtil	2	1

Indústria de material de transporte	1	0,5
Indústria de vestuário e artefatos têxteis	1	0,5
Indústria de bebidas e álcool etílico	1	0,5
Total	201	100

Fonte: Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina.

No município, foram concedidas permissões ambientais para diversas atividades industriais, que apresentam diferentes graus de risco em relação à poluição do ar, água e solo (Figura 3). Do total de 201 atividades, 15 (7,4%) foram identificadas como tendo grande potencial de poluição do ar, 15 (7,4%) para a poluição da água, 6 (2,9%) para a poluição do solo e 21 (10,4%) para a poluição geral. As atividades de metalurgia dos metais não-ferrosos em formas primárias e a

fabricação de tintas, vernizes, solventes e impermeabilizantes são classificadas como tendo grande potencial poluidor em todos os quesitos. Entretanto, a maioria das atividades industriais é classificada com potencial poluidor moderado para o ar (67,16%), água (57,71%) e geral (70,14%). A exceção fica por conta da poluição do solo, onde 178 (88,55%) atividades industriais foram classificadas com potencial poluidor pequeno.

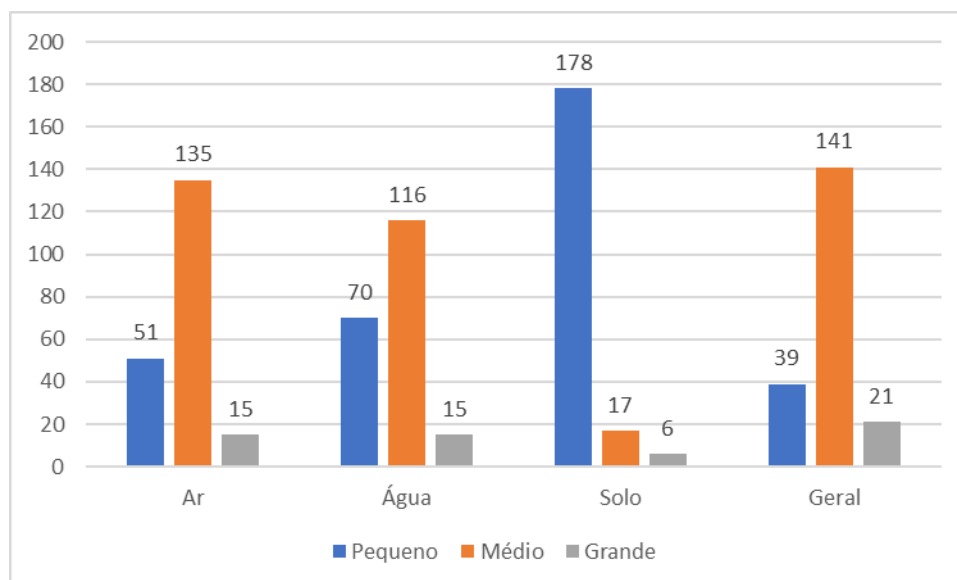


Figura 3. Distribuição das atividades industriais conforme classificação do potencial poluidor em São Bento do Sul. Fonte: Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (2020).

Dentre as 201 atividades industriais, 21 (10,4%) foram classificadas com potencial poluidor grave para um ou mais quesitos relacionados ao meio ambiente, como ar, água, solo

e geral (Quadro 3). O grupo referente as indústrias químicas é o mais frequente, com cinco licenças atribuídas a atividade de fabricação de tintas, vernizes, solventes e impermeabilizantes.

Quadro 3. Atividades industriais com potencial poluidor grave para um ou mais componentes: ar, água, solo e geral em São Bento do Sul, março/2023.

Descrição da atividade	n	Potencial poluidor			
		Ar	Água	Solo	Geral
Abate de animais de grande porte em frigoríficos	1	M	G	M	G
Fabricação de carvão vegetal	3	G	P	P	G
Fabricação de máquinas, aparelhos, peças e acessórios com tratamento químico superficial ou galvanotécnico ou fundição ou pintura por aspersão, ou esmaltação ou imersão.	3	G	G	P	G
Fabricação de material cerâmico esmaltado.	1	G	M	P	G

Fabricação de outros artigos de metal, não especificados em outros códigos, sem tratamento químico superficial ou galvanotécnico ou pintura por aspersão, ou esmaltação ou imersão.	4	M	G	P	G
Fabricação de produtos derivados do processamento do petróleo, de rochas oleígenas e do carvão mineral	1	G	M	M	G
Fabricação de tintas, vernizes, solventes e impermeabilizantes	5	G	G	G	G
Facção ou confecção têxtil com tinturaria ou lavanderia	1	M	G	M	G
Metalurgia dos metais não-ferrosos em formas primárias - inclusive metais preciosos.	1	G	G	G	G
Usinas de produção de concreto asfáltico	1	G	M	M	G

Legenda: grande (G); médio (M); pequeno (P).

Fonte: Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina.

O território municipal é composto, predominantemente, por áreas rurais e expansões urbanas (83,9%). Essas áreas abrigam apenas 5,3% da população, com uma densidade demográfica de 11 habitantes por km² (Quadro 4). Não há licenças ambientais para atividades industriais emitidas para a área rural e o bairro Rio Vermelho Povoado. No bairro Serra Alta estão instaladas a maioria das

atividades industriais (9,9%), mas é o bairro Oxford que apresenta a maior densidade industrial. Não há uma correlação direta entre densidade populacional e densidade industrial. O bairro mais densamente povoado, o Centro, é terceiro com maior densidade industrial e o bairro com maior densidade industrial, Oxford, é o terceiro em densidade populacional.

Quadro 4. Distribuição por bairros da população, área, densidade demográfica, indústrias e densidade industrial em São Bento do Sul.

Bairro	População (hab.)	Área (km ²)	Densidade Demográfica (hab./km ²)	Indústrias (ind.)	Densidade Industrial (ind./km ²)
25 de Julho	4929	4,14	1190,58	5	1,21
Alpino	1424	2,54	560,63	8	3,15
Bela Aliança	509	4,55	111,87	9	1,98
Boehmerwald	2063	2,83	728,98	11	3,89
Brasília	6465	6,43	1005,44	12	1,87
Centenário	6793	3,58	1897,49	9	2,51
Centro	7786	2,97	2621,55	15	5,05
Colonial	5999	5,02	1195,02	17	3,39
Cruzeiro	8226	3,99	2061,65	19	4,76
Dona Francisca	2287	4,35	525,75	10	2,30
Industrial	155	2,87	54,01	3	1,05
Lençol	1735	3,12	556,09	15	4,81
Mato Preto	2356	3,91	602,56	10	2,56
Oxford	4402	2,28	1930,70	14	6,14
Progresso	3807	6,22	612,06	9	1,45
Rio Negro	3254	3,12	1042,95	8	2,56
Rio Vermelho Estação	1769	2,46	719,11	4	1,63
Schramm	4877	3,12	1563,14	3	0,96
Serra Alta	12723	11,25	1130,93	20	1,78
Rural	4592	416,35	11,03	0	0,00
Rio Vermelho Povoado	164	0,9	182,22	0	0,00
Município	86315	496	174,02	201	0,41

Fonte: Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina; Prefeitura Municipal de São Bento do Sul.

A maioria atividades industriais com potencial poluidor grave estão localizadas no Bairro Dona Francisca, onde reside 2,6% da população em um território de 4,35 km², resultando em uma densidade demográfica de 525 habitantes por km² (Quadro 5). No bairro, há uma atividade de fabricação de carvão vegetal, com potencial de

poluição grave para o ar e geral, uma atividade de fabricação de máquinas, aparelhos, peças e acessórios, com potencial poluidor grave para o ar, água e geral, e duas atividades de fabricação de tintas, vernizes, solventes e impermeabilizantes, com potencial poluidor grave para o ar, água, solo e geral.

Quadro 5. Distribuição por bairros das atividades industriais com potencial poluidor grave em São Bento do Sul.

Bairro	Potencial de Risco – Grave			
	Ar	Água	Solo	Geral
25 de Julho	0	0	0	0
Alpino	1	1	1	1
Bela Aliança	1	1	1	1
Boehmerwald	0	2	0	2
Brasília	2	1	0	2
Centenário	0	0	0	0
Centro	1	2	1	2
Colonial	0	1	0	1
Cruzeiro	1	1	0	1
Dona Francisca	4	3	2	4
Industrial	1	0	0	1
Lençol	1	2	1	2
Mato Preto	1	0	0	1
Oxford	1	1	0	2
Progresso	1	0	0	1
Rio Negro	0	0	0	0
Rio Vermelho Estação	0	0	0	0
Schramm	0	0	0	0
Serra Alta	0	0	0	0
Rural	0	0	0	0
Rio Vermelho Povoado	0	0	0	0
Total	15	15	6	21

Fonte: Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina; Prefeitura Municipal de São Bento do Sul.

No bairro Centro, há uma atividade de confecção têxtil com tinturaria, com potencial poluidor grave para a água e geral, e uma atividade de metalurgia dos metais não-ferrosos em formas primárias, com potencial poluidor grave para o ar,

água, solo e geral. Não há uma correlação direta entre densidade populacional e industrial com a distribuição das atividades industriais com potencial poluidor grave para um ou mais quesitos ambientais.

Discussão

No sistema de informações ambientais do IMA a maioria dos pedidos de licenças ambientais não possuía o número de documento da licença ou certidão, devido à fase de requisição da licença e cadastros arquivados. A grande quantidade de processos repetidos, por sua vez, ocorreu em função das renovações ou mudanças nas licenças

solicitadas pelas mesmas empresas. Entretanto, o sistema não permite uma fácil distinção entre as licenças vencidas e as vigentes, tornando necessária a consulta de cada uma delas, o que pode gerar problemas para a fiscalização e controle ambiental (Gaio et al., 2023).

A Instrução Normativa nº 04 do IMA estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de atividades industriais no Estado. A norma determina a elaboração de estudos ambientais específicos, como Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (IMA, 2020). Entretanto, observou-se a falta de padronização dos conteúdos mínimos que devem ser descritos em cada tópico da licença ambiental, principalmente nos relacionados a controles e programas ambientais.

A padronização e o acesso facilitado às informações possibilitam aos cidadãos e órgãos fiscalizadores o conhecimento sobre os impactos ambientais gerados pelas atividades econômicas, bem como as medidas de controle e mitigação adotadas (Libânio & Bastos, 2019). Além disso, é importante para garantir a transparência das informações referentes aos processos de licenciamento ambiental. Os órgãos responsáveis pelo licenciamento ambiental devem comprometer-se em disponibilizar informações claras, precisas e atualizadas para a sociedade (Alves et al., 2020).

Para uma avaliação completa dos impactos climáticos de um empreendimento, é necessário realizar um inventário de emissões, além de considerar os potenciais impactos nos serviços ecossistêmicos que agravam os efeitos das mudanças climáticas em nível local ou regional (Gaio et al., 2023). No entanto, na prática, foram poucos os processos de licenciamento em que essa avaliação foi citada ou descrita.

No município em estudo, a maioria das atividades industriais é classificada com potencial poluidor moderado para ar, água, solo e aspectos gerais. Entretanto, deve-se notar que os índices de potencial poluidor não quantificam diretamente a carga poluidora, mas sim categorizam o potencial poluidor das atividades econômicas no âmbito do licenciamento ambiental. Esses índices podem apresentar limitações, uma vez que focam apenas no risco associado ao potencial de poluição, sem considerar a tecnologia de controle adotada pela indústria ou as características ambientais específicas da área em questão (Vieira et al., 2021).

Em cidades com forte setor moveleiro, como São Bento do Sul, é comum a presença de indústrias de mobiliário entre as atividades industriais potencialmente poluidoras. Essa tendência é observada em outras cidades com características semelhantes, como Bento Gonçalves (RS), onde a indústria moveleira também é relevante (Eckert et al., 2022). A indústria metalúrgica é outra atividade presente em várias cidades catarinenses, como Chapecó (SC), representando um desafio para o controle

ambiental (Luczkiewicz et al., 2015; Zhu et al., 2023).

No município, observa-se a presença de muitas indústrias com potencial poluidor pequeno e moderado em áreas densamente populadas, como o bairro Centro, o que pode aumentar o risco de exposição a materiais tóxicos. Da mesma forma, a concentração de atividades industriais com alto potencial poluidor, como as de fabricação de tintas, vernizes, solventes e impermeabilizantes em territórios menos povoados também pode resultar em efeitos na saúde humana. A região central do município apresenta menor número de atividades industriais com potencial poluidor grave, enquanto o setor de metalurgia e mecânicas, com grande potencial poluidor, estão mais presentes nas periferias, na forma de grandes aglomerados industriais.

A comparação das informações dos licenciamentos ambientais em São Bento do Sul com as de outras cidades pode auxiliar na identificação de tendências e problemas comuns. No entanto, é fundamental levar em consideração as peculiaridades de cada cidade e dos processos produtivos das empresas. O sistema produtivo de empresas do mesmo setor pode variar conforme as exigências do mercado e a disponibilidade das cadeias produtivas (Oliveira et al., 2019).

Em São Bento do Sul, a indústria moveleira responde pelo maior número de atividades com potencial poluidor para contaminação do solo e ar. A cadeia produtiva moveleira gera resíduos sólidos em sua maioria na forma de material particulado, provenientes principalmente das operações de usinagem, como corte, furação e lixamento. Em todas as etapas do processamento, desde a fabricação até a operação de lixamento de qualquer peça de móvel, são gerados resíduos em diferentes proporções e com diferentes características (Mendes & Gonçalves, 2022; Trein & Santos, 2015).

A produção de móveis em escala industrial demanda matéria-prima de grandes dimensões, o que levou ao desenvolvimento dos painéis compostos, como o MDF (Medium Density Fibreboard) que possibilita a utilização de madeiras de árvores de rápido crescimento provenientes de reflorestamento ou silvicultura, como o pinus e o eucalipto. O MDF é produzido a partir de fibras de madeira somadas a resinas sintéticas e adesivos. O descarte de produtos e resíduos de MDF pode gerar impactos ambientais significativos, devido às resinas sintéticas presentes em sua composição (M. G. Teixeira, 2017). Quando o resíduo de MDF é queimado em caldeiras ou fornos, os gases gerados na combustão podem conter diversos compostos orgânicos, como

hidrocarbonetos, fenóis, aldeídos, cetonas, ácidos, derivados ésteres, éteres e outros compostos oxigenados (Zeng et al., 2018).

A poluição do ar é um dos maiores problemas ambientais da atualidade, tendo impactos significativos na saúde humana (Dapper et al., 2016). A exposição a substâncias tóxicas pode levar às doenças respiratórias (Squizzato et al., 2022), cardiovasculares (Mariana & Cairrao, 2020) e câncer (Cammalleri et al., 2022), além de afetar o desenvolvimento cognitivo e comportamental de crianças (Vorvolakos et al., 2016). Injúrias também podem ser observadas nos ecossistemas naturais de entorno das atividades industriais, com destaque à vegetação por ter caráter de imobilidade (Reginato et al., 2023). De forma geral, podem ser citadas alterações genéticas, como a formação de micronúcleos; morfoanatômicas, como redução de área foliar e da espessura de tecidos fotossintetizantes, aumento da esclerofilia foliar, perda de suculência; e fisiológicas, como diminuição dos teores de clorofila (Cavallaro et al., 2019).

As variações das concentrações de poluentes liberados na atmosfera dependem dos processos internos adotados pelas indústrias e dos tipos de matérias-primas utilizadas. Hoinaski et al. (2020), do Laboratório de Controle da Qualidade do Ar (LCQAr), publicaram um inventário das

emissões atmosféricas das indústrias no Estado. Contudo, encontram problemas relacionados as informações advindas das licenças ambientais, como falta de critérios para classificação do potencial poluidor. O inventário foi limitado as indústrias com grave potencial poluidor atmosférico e os elementos estudados foram: material particulado; compostos orgânicos voláteis, óxidos de nitrogênio; óxidos de enxofre; monóxido de carbono e dióxido de carbono (Hoinaski et al., 2020). Os segmentos industriais foram agrupados conforme a AP-42 (Compilation of Air Pollutant Emissions Factors) da United States Environmental Protection Agency (US EPA, 2023).

No Quadro 6 é apresentado um inventário com os poluentes atmosféricos das atividades industriais classificadas com potencial poluidor grave para o ar no município. Devido ausência de especificação, por indústria, no inventário estadual, foi utilizado as informações do AP-42. Todas as quinze indústrias descritas no quadro 6 são classificadas pelo CONSEMA (2017) e pela USEPA (2023) como grave potencial de poluição atmosférica (CONSEMA, 2017; US EPA, 2023). Contudo, somente cinco atividades industriais descrevem programas de controle e monitoramento das emissões atmosféricas nas licenças ambientais.

Quadro 6. Levantamento das Emissões Atmosféricas por Setor Industrial e Impactos na Saúde: Indústrias de Alto Potencial Poluidor em São Bento do Sul/SC, março de 2023.

Atividade Industrial	Emissões Atmosféricas Poluentes (Componentes)	Problemas de Saúde
Fabricação de máquinas, dispositivos, peças e acessórios com tratamento químico superficial, eletrodeposição, fundição, pintura a spray, esmaltação ou imersão	Material Particulado (PM), Compostos Orgânicos Voláteis (COVs), Óxidos de Nitrogênio (NOx), Metais Pesados	Problemas respiratórios (asma, bronquite), Problemas cardiovasculares, Efeitos neurológicos, Risco de câncer (devido a metais pesados)
Metalurgia de metais não ferrosos em formas primárias - incluindo metais preciosos	Material Particulado (PM), Dióxido de Enxofre (SO ₂), Óxidos de Nitrogênio (NOx), Compostos Orgânicos Voláteis (COVs), Metais Pesados	Problemas respiratórios, Efeitos cardiovasculares, Transtornos neurológicos, Risco de câncer (devido a metais pesados)
Usinas de produção de asfalto e concreto asfáltico	Material Particulado (PM), Compostos Orgânicos Voláteis (COVs), Óxidos de Nitrogênio (NOx), Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Enxofre (SOx)	Problemas respiratórios, Problemas cardiovasculares, Efeitos neurológicos, Risco de câncer (de certos COVs)
Fabricação de produtos derivados do processamento de petróleo, rochas oleosas e carvão mineral	Gases de Efeito Estufa (GEEs), Óxidos de Enxofre (SOx), Óxidos de Nitrogênio (NOx), Material Particulado (PM), Compostos Orgânicos Voláteis (COVs), Metais Pesados	Problemas respiratórios, Efeitos cardiovasculares, Transtornos neurológicos, Risco de câncer (de certos COVs e metais pesados)

Fabricação de tintas, vernizes, solventes e agentes impermeabilizantes	Compostos Orgânicos Voláteis (COVs), Poluentes Atmosféricos Perigosos (PAPs), Material Particulado (PM), Óxidos de Nitrogênio (NOx), Metais Pesados	Problemas respiratórios, Efeitos neurológicos, Risco de câncer (de certos COVs e metais pesados), Defeitos de nascimento, Abortos espontâneos
Fabricação de carvão vegetal	Material Particulado (PM), Compostos Orgânicos Voláteis (COVs), Monóxido de Carbono (CO), Metano (CH ₄), Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs)	Problemas respiratórios, Efeitos cardiovasculares, Risco de câncer (de certos HPAs), Efeitos neurológicos

Fontes: Compilation of Air Pollutant Emissions Factors (US EPA, 2023); Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR, 2023).

Logo, é necessário adotar medidas para reduzir a emissão de poluentes atmosféricos e garantir que as atividades produtivas não prejudiquem a qualidade do ar. A indústria de mobiliário, assim como a da metalurgia, pode gerar riscos de poluição atmosférica, com emissão de partículas finas, gases poluentes, compostos orgânicos voláteis, odores desagradáveis e metais pesados, afetando a saúde humana, a biodiversidade e o meio ambiente (Raposo et al., 2021).

O município abriga diversas atividades industriais de metalurgia, mecânica, têxtil e da fabricação de materiais plásticos, incluindo algumas das maiores indústrias da região sul. As atividades industriais da metalurgia podem gerar contaminação do solo, devido à liberação de metais pesados tóxicos como chumbo, cádmio e mercúrio. Esses elementos podem ser liberados através da deposição atmosférica, do descarte inadequado de resíduos e efluentes industriais e da infiltração de substâncias químicas no solo (Figueiredo Soares et al., 2014).

Campos e Warden (2021) conduziram uma revisão sistemática com estudos de biomonitoramento para avaliar a exposição a metais tóxicos em adultos que residem próximos a áreas industriais. As fontes poluidoras mais comuns foram as fundições, seguidas das metalúrgicas e siderúrgicas. Embora os critérios metodológicos dos artigos tenham sido diferentes, os estudos em geral evidenciaram níveis maiores de exposição a metais tóxicos, principalmente arsênio e mercúrio, em populações que residem próximas a instalações industriais do que em residentes em áreas mais distantes ou sem indústrias. Os estudos sugerem que a magnitude da exposição a esses metais pode estar relacionada a diferentes fatores, como a distância do foco de contaminação e o tipo de atividade industrial (Campos et al., 2021).

A indústria têxtil, em especial com atividades de tinturaria, é proeminente na poluição da água devido ao elevado consumo hídrico e à descarga de materiais colorantes no meio ambiente. O despejo em reservatórios aquáticos afeta sua demanda bioquímica de oxigênio, sólidos dissolvidos totais e sólidos suspensos totais. A liberação do efluente sem qualquer tratamento corretivo gerará um perigo gigantesco ao ecossistema aquático e à saúde humana. O tratamento ecológico de águas residuais contendo corantes para minimizar o efeito prejudicial na saúde humana e no meio ambiente é uma necessidade urgente (Islam et al., 2023).

A fabricação e o uso de materiais plásticos geram uma quantidade preocupante de resíduos sólidos. Segundo Rhodes (2018), a maioria do plástico produzido é depositado em aterros ou no ambiente, escapando da coleta. Opções potencialmente menos poluidoras, como os plásticos biodegradáveis e oxo-plásticos são preocupantes, pois fragmentam e contribuem para o acúmulo de microplásticos. Ainda não há evidências substanciais dos efeitos dos microplásticos na saúde humana. Entretanto, a ingestão de microplásticos através da água potável é uma possibilidade real. A reciclagem extensiva de itens plásticos é essencial para reduzir resíduos e melhorar a eficiência no uso de recursos fósseis (Rhodes, 2018).

O processo de licenciamento ambiental deve reduzir o impacto ambiental e na saúde humana das atividades industriais potencialmente poluidoras. Entretanto, as licenças ambientais no Brasil têm sido alvo de diversas críticas por parte de especialistas, organizações não-governamentais e da sociedade civil. Uma das principais críticas refere-se à burocracia e à demora nos processos de licenciamento ambiental. Essa lentidão pode prejudicar o desenvolvimento de projetos e empreendimentos, gerando incertezas e prejuízos econômicos. Por outro lado, a morosidade no

processo de licenciamento pode resultar em uma pressão para a simplificação e flexibilização das regras, o que, em última instância, pode levar à concessão de licenças sem a devida análise dos impactos ambientais e sociais dos projetos (Gaio et al., 2023).

As principais indústrias no município, em relação ao porte ou potencial poluidor, possuem

Conclusão

O consumo excessivo e a produção insustentável causam impactos negativos no ambiente. No Brasil, o licenciamento ambiental visa equilibrar crescimento econômico e proteção ambiental. Órgãos como IBAMA e IMA são responsáveis pelo licenciamento de atividades potencialmente poluidoras. Contudo, enfrentam críticas pela falta de padronização e dificuldade para acesso a informações importantes, como plano de manejo de resíduos e validade.

No licenciamento, ocorre a classificação do potencial poluidor industrial baseada em parâmetros de poluição e efeitos nocivos ao meio ambiente. Esses índices podem apresentar limitações, uma vez que focam apenas no risco associado ao potencial de poluição, sem considerar a tecnologia de controle adotada pela indústria ou as características ambientais específicas da área em questão.

Em São Bento do Sul, há o predomínio do setor moveleiro sobre outras atividades. Essa atividade industrial apresenta potencial poluidor moderado para ar e água, devido à presença de produtos químicos no principal produto, o MDF. Ainda mais, as atividades moveleiras estão presentes na maioria dos bairros do município, com risco de exposição de grande número de pessoas.

Em menor número, mas não menos importantes, os setores de metalurgia dos metais não-ferrosos em formas primárias e a fabricação de tintas, vernizes, solventes e impermeabilizantes

licenças ambientais válidas, o que significa que elas estão cumprindo as exigências legais e adotando medidas para minimizar os impactos negativos de suas atividades no meio ambiente e na saúde humana. No entanto, é importante continuar monitorando essas atividades e incentivando a adoção de práticas mais sustentáveis.

estão concentrados em poucos bairros. Todavia, devido ao porte dos empreendimentos e do potencial poluidor grave, podem exercer um impacto mais grave na saúde da população circundante e dos demais seres vivos.

A busca por desenvolvimento econômico é essencial para o crescimento de um país, mas é importante lembrar que as atividades produtivas podem ter impactos negativos na saúde humana e no meio ambiente. As indústrias geram empregos e renda, mas também podem contribuir para a poluição do ar, da água e do solo, além de expor trabalhadores e a população a substâncias tóxicas.

Por isso, é fundamental que medidas de controle e fiscalização ambiental sejam adotadas para garantir que essas atividades sejam realizadas de forma segura e responsável, minimizando os riscos de exposição a substâncias tóxicas. Neste cenário, o biomonitoramento passivo por meio do uso da flora nativa e circundante à fonte emissora de poluentes é considerada uma tecnologia ambiental de baixo custo e reveladora de injúrias sinalizadoras do impacto ambiental. Do ponto de vista da saúde humana, as atividades potencialmente provocadoras de problemas respiratórios e cardiovasculares por exposição a material particulado podem ser alvos mais factíveis de apuração em função da maior facilidade de mensuração de variáveis ligadas à saúde das pessoas por técnicas não invasivas e de baixo custo operacional.

Referências

- Alves, G. P., Marcondes, A. L. de S., Bucci, M. E. D., & Almeida, M. R. R. e. 2020. A participação social nos processos de Licenciamento Ambiental de empreendimentos minerários em Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 13(5), 2154–2169. <https://doi.org/10.26848/RBGF.V13.5.P2154-2169>
- Barreto, T. M. de A. C., Ferko, G. P. da S., & Rodrigues, F. dos S. 2022. Custos hospitalares de doenças atribuíveis a fatores ambientais entre os residentes de Boa Vista e os incrementos do atendimento aos migrantes venezuelanos. *Cadernos Saúde Coletiva*, 30(2), 235–243. <https://doi.org/10.1590/1414-462X202230020216>
- Brasil. 1981. Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981. Presidência da República. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm
- Brasil. 2003. Lei nº 10650, de 16 de abril de 2003. Presidência da República.

- https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2003/L10.650.htm
- Cammalleri, V., Pocino, R. N., Marotta, D., Protano, C., Sinibaldi, F., Simonazzi, S., Petyx, M., Iavicoli, S., & Vitali, M. 2022. Occupational scenarios and exposure assessment to formaldehyde: A systematic review. *Indoor air*, 32(1). <https://doi.org/10.1111/INA.12949>
- Campos, É. D. A., Da Silva, I. F., & Warden, C. F. 2021. Exposure to metals in the adult population living in industrial areas: A systematic review of the literature. *Ciencia e Saude Coletiva*, 26(6), 2253–2270. <https://doi.org/10.1590/1413-81232021266.07612019>
- Cavallaro, R., Melo Júnior, J. C. F. de, Bonatti-Chaves, M., & Renner, G. D. R. (2019). Avaliação do efeito da poluição atmosférica em populações urbanas de *inga edulis* Mart. (Fabaceae) por meio do método de biomonitoramento passivo. *Connection line - revista eletrônica do univag*, 0(20). <https://doi.org/10.18312/1980-7341.N20.2019.1246>
- Conselho Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina (CONSEMA). 2017. Resolução nº 98, de 5 de maio de 2017. <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=345935>
- Dapper, S. N., Spohr, C., & Zanini, R. R. 2016. Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. *Estudos Avançados*, 30(86), 83–97. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.00100006>
- de Castro Camiato, F., & Pulita, A. C. 2022. Efficiency evaluation of sustainable development in BRICS and G7 countries: a Data Envelopment Analysis approach. *Gestão & Produção*, 29, e022. <https://doi.org/10.1590/1806-9649-2022V29E022>
- Djibril Sekou, K., & Patel, H. 2022. A Review on the interaction between Nanoparticles and Toxic metals in Soil: Meta-analysis of their effects on soil, plants and human health. *Soil and Sediment Contamination*. <https://doi.org/10.1080/15320383.2022.2096564>
- Eckert, A., Anziliero, A., & Paula, L. de. 2022. Desempenho organizacional e competitividade através de ações estratégicas e governança em uma indústria moveleira gaúcha. *Revista de extensão e iniciação científica da unisociesc*, 10(1).
- <http://reis.unisociesc.com.br/index.php/reis/article/view/378>
- Figueiredo Soares, A. M., Fontana, M. E., & Moraes, D. C. 2014. Environmental Management System: a case study of the operational control implementation on processing of sand in a Foundries Industry. *Revista eletrônica em gestão educação e tecnologia ambiental*, 18(3), 1179–1199.
- Gaio, A., Rosner, R. F., & Ferreira, V. M. 2023. O licenciamento ambiental como instrumento da política climática. *Revista Direito e Práxis*, 14, 594–620. <https://doi.org/10.1590/2179-8966/2023/73126>
- Grupo Amanhã. (2023). 500 maiores do Sul + 500 emergentes. <https://amanha.com.br/500maiores/#500maiores>
- Hoinaski, L., Ribeiro, C. B., dos Santos, O. N., Teixeira, N. C., & Rodella, F. H. C. 2020. Emissões Industriais no Estado de Santa Catarina - ano base 2019. Laboratório de Controle da Qualidade do Ar (LCQAR). <https://www.sde.sc.gov.br/index.php/biblioteca/projeto-avaliacao-do-ar/1908-relatorio-emissoes-industriais-2019/file>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. ([s.d.]). IBGE | Cidades@ | Santa Catarina | São Bento do Sul | Panorama. Recuperado 15 de maio de 2023, de <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/sao-bento-do-sul/panorama>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Física (IBGE). 2021. Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação | IBGE. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). 2023. Licenciamento Ambiental Federal. https://servicos.ibama.gov.br/licenciamento/consulta_empreendimentos.php
- Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA). 2020. Instrução Normativa Nº04: Atividades Industriais. <https://in.ima.sc.gov.br/instrucaoNormativa/downloadPDF/4>
- Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA). 2023. Consultas | IMA - SC. <https://consultas.ima.sc.gov.br/relatorio>
- Islam, T., Repon, M. R., Islam, T., Sarwar, Z., & Rahman, M. M. 2023. Impact of textile dyes on health and ecosystem: a review of structure, causes, and potential solutions. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(4), 9207–

9242. <https://doi.org/10.1007/S11356-022-24398-3>
- Jiang, X., Wang, R., Chang, T., Zhang, Y., Zheng, K., Wan, R., & Wang, X. 2023. Effect of short-term air pollution exposure on migraine: A protocol for systematic review and meta-analysis on human observational studies. *Environment international*, 174. <https://doi.org/10.1016/J.ENVINT.2023.107892>
- Johnston, J., & Cushing, L. 2020. Chemical exposures, health and environmental justice in communities living on the fenceline of industry. *Current environmental health reports*, 7(1), 48. <https://doi.org/10.1007/S40572-020-00263-8>
- Libânio, M., & Bastos, M. M. 2019. Proposta de padronização para não conformidades aplicadas à fiscalização de sistemas de abastecimento de água por agências reguladoras. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 24(3), 619–636. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019170725>
- Luczkiewicz, C., Menegat, M. O., & Figueiredo, A. M. B. (2015). Destinação de resíduos sólidos gerados por empresas metalúrgicas localizadas no município de Chapecó-SC. *Revista Tecnológica*, 3(2), 284–299.
- Mariana, M., & Cairrao, E. 2020. Phthalates Implications in the Cardiovascular System. *Journal of cardiovascular development and disease*, 7(3). <https://doi.org/10.3390/JCDD7030026>
- Martins, C. H. B., & Oliveira, N. 2008. Desenvolvimento sustentável e sistema de informação: Indicadores do potencial poluidor da indústria gaúcha. *Indicadores Econômicos FEE*, 36(1), 99–114.
- Mendes, M. L., & Gonçalves, D. B. 2022. Desenvolvimento de uma proposta de economia circular para o reuso de resíduos de MDF na indústria moveleira. *Natural Resources*, 12(1), 141–157.
- Nascimento, T., Abreu, E. L., & Fonseca, A. 2020. Decentralization of environmental licensing and impact assessment in brazil: literature and regulatory reviews. *Ambiente & Sociedade*, 23, e02662. <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC20180266R2VU2020L1AO>
- Oliveira, F. R. de, França, S. L. B., & Rangel, L. A. D. 2019. Princípios de economia circular para o desenvolvimento de produtos em arranjos produtivos locais. *Interações (Campo Grande)*, 20, 1179–1193. <https://doi.org/10.20435/INTER.V20I4.1921>
- Pereira, A. K. S., Silva, L. F., Barbosa, G. A. F., Miranda, T. G., Sousa, R. R., Sarmento, R. A., Souza, N. L. G. D., Pereira, D. H., & Cavallini, G. S. 2023. The Socio-Environmental and Human Health Problems Related to the Use of Pesticides and the Use of Advanced Oxidative Processes for Their Degradation: Brazil. *Water* 2023, Vol. 15, Page 1608, 15(8), 1608. <https://doi.org/10.3390/W15081608>
- Prefeitura Municipal de São Bento do Sul (PMSBS). 2022. São Bento do Sul em Dados. <https://saobentodosul.atende.net/cidadao>
- Rahmonov, O., Dragan, W., Cabała, J., & Krzysztófik, R. 2023. Long-Term Vegetation Changes and Socioeconomic Effects of River Engineering in Industrialized Areas (Southern Poland). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph20032255>
- Raposo, A., de Assis, W. L., & Norton, S. R. (2021). Revisão bibliográfica dos efeitos da poluição do ar sobre a saúde humana e uma breve análise crítica da atual legislação brasileira sobre os padrões de qualidade do ar (CONAMA 491/2018). *Cadernos do Leste*, 21(21).
- Regina, R., Rocha, O., Victor, I., Pelaez, M., & Ii, A. 2023. Environmental Inspection Of Pesticides In Brazil. *Ambiente & Sociedade*, 26, e02012. <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC20210201R2VU2023L1OA>
- Reginato, B. C., Silveira, V. F., Schaidhauer, A. C. G., Madeira, A. D. R., de Oliveira, A. A. D., Bernardi, F. F., Borgmann, G., Ferreira, H. C., Plautz, K., de Britto, K. L. B., Nunes, L. V., Schroeder, M. W., Horner, M. B. W., Botelho, N. G. N. T., Korn, R., Sierth, R., Josino, T. F., Stangarlin, T. S., Grawe, V. H., ... de Mello Junior, J. C. F. 2023. Análise de Metais Pesados pelo Método de Biomonitoramento no Rio Cachoeira, Região Nordeste de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 16(1), 310–324. <https://doi.org/10.26848/RBGF.V16.1.P310-324>
- Santa Catarina. 2017. Lei nº 17.354, de 20 de dezembro de 2017. http://leis.ale-sc.gov.br/html/2017/17354_2017_Lei.html
- Santa Catarina. 2022. Lei nº 18.350, de 27 de janeiro de 2022. http://leis.ale-sc.gov.br/html/2022/18350_2022_lei.html
- Schiavo, V. R., & Bussinguer, E. C. de A. 2020. O licenciamento ambiental como política pública e o poder das empresas. *Opinião Jurídica*,

- 19(38), 83–98.
<https://doi.org/10.22395/OJUM.V19N38A4>
- Sindicato das indústrias da Construção e do Mobiliário de São Bento do Sul. ([s.d.]). Exportações moveleiras recuam no país e ficam estáveis em são bento do sul. Recuperado 15 de maio de 2023, de <https://www.sindusmobil.com.br/index.php/noticias/179-exportacoes-moveleiras-recuam-no-pais-e-ficam-estaveis-em-sao-bento-do-sul>
- Squizzato, R., Silva, I. da, Moreira, C. A. B., Beal, A., Almeida, D. S., Solci, M. C., Braga, A. L., Ribeiro, M., & Martins, L. D. 2022. Indoor and Outdoor Airborne Particles Concentrations and their Relations with Respiratory Symptoms in Volunteers from the Education Sector. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 15(2), 670–681. <https://doi.org/10.26848/RBGF.V15.2.P670-681>
- Teixeira, M. G. 2017. Concepção de paleta de cores para compósito de resíduo particulado de MDF com poliéster termofixo e aplicação em um produto conceitual. *Design e Tecnologia*, 7(13), 100–109.
- Teixeira, S., & Silva, M. N. W. 2022. Inventarios participativos en el ámbito de las licencias ambientales: la experiencia de PEA Territórios do Petróleo. *Revista CS*, 37, 145–173. <https://doi.org/10.18046/RECS.I37.5011>
- Toxic Substances Portal | ATSDR. ([s.d.]). Recuperado 28 de maio de 2023, de <https://wwwn.cdc.gov/TSP/index.aspx>
- Trein, F. A., & SANTOS, A. 2015. Material compósito de resíduos de MDF e MDP estruturados em matriz de PVC para produtos alinhados pelo eco-design. *SBDS15. 5 Simpósio de Design Sustentável*, 377–388.
- United States Environmental Protection Agency (US EPA). 2023. AP-42: Compilation of Air Emissions Factors | US EPA. <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors>
- Vieira, F. M., Bem, J. S. de, & Ferreira, R. H. da S. (2021). Risco ambiental e gestão pública ambiental dos dez municípios gaúchos de maior potencial poluidor das indústrias.
- Vorvolakos, T., Arseniou, S., & Samakouri, M. 2016 There is no safe threshold for lead exposure: A literature review. *Psychiatrike = Psychiatriki*, 27(3), 204–214. <https://doi.org/10.22365/JPSYCH.2016.273.204>
- Wang, C., Ghadimi, P., Lim, M. K., & Tseng, M.-L. 2019. A literature review of sustainable consumption and production: A comparative analysis in developed and developing economies. *Journal of cleaner production*, 206, 741–754.
- Warren-Vega, W. M., Campos-Rodríguez, A., Zárate-Guzmán, A. I., & Romero-Cano, L. A. 2023. A Current Review of Water Pollutants in American Continent: Trends and Perspectives in Detection, Health Risks, and Treatment Technologies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5). <https://doi.org/10.3390/IJERPH20054499/S1>
- Xiong, F., Liu, J., Xu, K., Huang, J., Wang, D., Li, F., Wang, S., Zhang, J., Pu, Y., & Sun, R. 2023. Microplastics induce neurotoxicity in aquatic animals at environmentally realistic concentrations: A meta-analysis. *Environmental Pollution*, 318. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120939>
- Zeng, Q., Lu, Q., Zhou, Y., Chen, N., Rao, J., & Fan, M. 2018. Circular development of recycled natural fibers from medium density fiberboard wastes. *Journal of Cleaner Production*, 202, 456–464.
- Zhu, S., Gao, C., Song, K., Tian, G., Guo, D., & Li, X. 2023. Substance flow analysis of arsenic and its discharge reduction in the steelworks. *Science of the Total Environment*, 875. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162545>