

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE BIOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA APLICADA E ECOTOXICOLOGIA  
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**Alicia Benfato**

**30 anos de ECOTOX: análise da evolução da pesquisa em Ecotoxicologia  
nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil**

Trabalho de Conclusão de Curso

**Uberlândia  
2022**

**30 anos de ECOTOX: análise da evolução da pesquisa em Ecotoxicologia  
nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil**

Monografia apresentada como requisito para aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II e III do curso de Ciências Biológicas – Bacharelado da Universidade Federal de Uberlândia.

Orientadora: Jeanylle Nilin

Uberlândia  
2022

ALÍCIA BENFATO

30 anos de ECOTOX: análise da evolução da pesquisa em Ecotoxicologia nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil

COMISSÃO EXAMINADORA

Presidente (Orientador):

---

Profa. Dra. Jeanylle Nilin  
Universidade Federal de Uberlândia

Examinadores:

---

Dr. Victor Alberto Tagliacollo  
Universidade Federal de Uberlândia

---

Dr. Nicolás Pelegrin  
Universidade Federal de Uberlândia

Uberlândia  
2022

*À minha mãe e melhor amiga,  
Vanessa Camilotti, dedico.  
Sua força será sempre minha inspiração.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à Deus, e a todas as entidades que me guiaram nesse processo.

Agradeço a minha família, minha mãe e meus pais, Fernando e Luiz Rogério, que tanto me apoiaram nos momentos mais difíceis. Vocês são a minha base e eu os devo tudo que eu sou.

Agradeço à professora Jeanylle, por ter me acolhido no LEATOX e a todos os companheiros de laboratório que estiveram comigo durante esses anos, em especial a Júlia Inocência. Agradeço também Amanda e professora Lilian e todas as nossas discussões e reuniões que enriqueceram tanto as reflexões feitas neste trabalho.

À minha companheira de vida e namorada, Lara, obrigada por toda a paciência e tranquilidade para lidar comigo em todos os aspectos da vida, por ter segurado minha mão e me apoiado em todos os momentos e por sempre estar ao meu lado, me arrancando sorrisos e tornando a vida mais fácil. Obrigada por sempre cuidar tão bem de mim.

Finalmente, aos meus amigos, que são o meu alicerce em Uberlândia. À Bianca, meu maior suporte desde sempre, ao Raul, meu companheiro de universidade, à minha família da Atlético Biológicas, vocês tornaram meu processo mais leve e iluminado. Ao Espaço Fluxo, em especial Isabela e Camila, por sempre me dar um espaço seguro para me expressar e ser quem eu sou. Agradeço também a todos os companheiros das Atléticas, principalmente a das Artes, que me mostraram o verdadeiro significado de amizade e companheirismo em momentos tão difíceis.

## RESUMO

Em 2021 o Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia (ECOTOX) completou 30 anos de existência, com 16 edições realizadas em diversas cidades das regiões Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo analisar a evolução da pesquisa em Ecotoxicologia nas regiões Norte e Nordeste, a partir da avaliação dos resumos enviados para ECOTOX ao longo dos últimos 30 anos. Os dados foram levantados através da análise dos cadernos de resumos dos eventos de 1998 até 2018. A região Norte apresentou o total de 213 resumos e o estado que mais obteve destaque em quantidade de resumos é o Para e, concomitantemente, o Instituto Evandro Chagas é maior instituição publicadora com 46 trabalhos. “Biodisponibilidade, bioacumulação e biomagnificação” foi o tema mais discutido, 96% dos trabalhos foram feitos em laboratório e 156 resumos foram feitos em compartimentos aquáticos, principalmente em ambientes dulcícolas. Para a região Nordeste, foram analisados o total de 503 resumos e o estado de Pernambuco lidera as análises apresentando o maior número de publicações ao longo dos anos, concomitantemente com a Universidade Federal de Pernambuco que detém o maior número de resumos submetidos. O tema mais discutido ao longo dos anos foi de “Novas metodologias e abordagens em ensaios Ecotoxicológicos”. As espécies mais estudadas foram os peixes, e os metais pesados as substâncias que mais apareceram. O ambiente mais estudado foi o marinho, levando em consideração também os ambientes estuarinos. Aproximadamente 50% dos trabalhos das regiões Norte e Nordeste foram financiados por órgão públicos ou privados e, a partir desses dados, nota-se a necessidade de maiores investimentos para a evolução e desenvolvimento da pesquisa nessas regiões.

Palavras-chave: Ecotoxicologia; Brasil; ECOTOX; Região Norte; Região Nordeste; Financiamento

## ABSTRACT

In 2021, the Brazilian Congress of Ecotoxicology (ECOTOX) completed 30 years of existence, with 16 editions held in several cities in the Northeast, Southeast and South regions of Brazil. Thus, this work aims to analyze the evolution of research in Ecotoxicology in the North and Northeast regions, based on the evaluation of abstracts sent to ECOTOX over the last 30 years. The data were collected through the analysis of the abstracts of the events from 1998 to 2018. The North region presented a total of 213 abstracts and the state that most stood out in terms of number of abstracts is Para and, at the same time, the Instituto Evandro Chagas is largest publishing institution with 46 works. “Bioavailability, bioaccumulation and biomagnification” was the most discussed topic, 96% of the works were done in the laboratory and 156 abstracts were done in aquatic compartments, mainly in freshwater environments. For the Northeast region, a total of 503 abstracts were analyzed and the state of Pernambuco leads the analysis, presenting the largest number of publications over the years, concomitantly with the Federal University of Pernambuco, which has the largest number of abstracts submitted. The most discussed topic over the years was “New methodologies and approaches in Ecotoxicological assays”. The most studied species were fish, and heavy metals were the substances that appeared the most. The most studied environment was the marine, also taking into account the estuarine environments. Approximately 50% of the works in the North and Northeast regions were financed by public or private bodies and, based on these data, there is a need for greater investments for the evolution and development of research in these regions.

Keywords: Ecotoxicology; Brazil; ECOTOX; North region; Northeast Region; Financing

## SUMÁRIO

1. HISTÓRICO E CONTEXTUALIZAÇÃO .....	9
2. LEVANTAMENTO DE DADOS .....	10
3. A REPRESENTATIVIDADE DAS REGIÕES NORTE E NORDESTE NOS ECOTOX (1998-2018) .....	12
3.1 Número de resumos por ano.....	12
3.2 Número de resumos por Estado .....	13
3.3 Número de resumos por instituição de pesquisa/ensino.....	14
4. Caracterização da pesquisa em Ecotoxicologia das regiões Norte e Nordeste.....	15
4.1 Áreas temáticas .....	15
4.2. Abordagem metodológica .....	17
4.3 Compartimento ambiental .....	18
4.4 Tipo de ambiente.....	18
4.5. Organismo-teste .....	19
4.6 Tipos de substâncias químicas .....	20
4.7 Pesquisadores .....	20
4.8 Financiamento: entidades e empresas de fomento .....	22
5. ECOTOX EM TEMPOS DE PANDEMIA (COVID-19).....	23
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	24
7. REFERÊNCIAS .....	25

Este documento segue a formatação para artigos de revisão da revista *Ecotoxicology and Environmental Contamination* (EEC).

## 1. HISTÓRICO E CONTEXTUALIZAÇÃO

A aplicação da Ecotoxicologia permite detectar em sistemas biológicos os efeitos tóxicos de substâncias químicas e amostras ambientais, enquanto as análises químicas apenas quantificam a concentração de tais substâncias nas amostras (Walker, 2006). Os poluentes podem afetar organismos em diferentes níveis de organização biológica, ou seja, bioquímicos, fisiológicos, individuais, populacionais, comunidades e ecossistemas (Clemente et al., 2008). No Brasil, a Ecotoxicologia vem sendo desenvolvida ao longo das últimas décadas, e ganhou maior visibilidade a partir da inclusão das análises ecotoxicológicas na resolução nº 357/05 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) que regulamenta e classifica os corpos d'água e padroniza o lançamento de efluentes (Conselho Nacional Do Meio Ambiente, 2005). Em 2011, essa resolução foi alterada e complementada para dispor sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes (Conselho Nacional Do Meio Ambiente, 2011). Outro facilitador importante para garantir maior visibilidade desse ramo da ciência no Brasil, foi a partir do início de encontros entre pesquisadores da área. Em 1991, a PETROBRAS promoveu o 1º Encontro Técnico de Ecotoxicologia, no Rio de Janeiro, reunindo laboratórios para apresentação dos resultados nas diferentes unidades de pesquisa do país. Em 1992, ocorreu o 1º Encontro de Ecotoxicologia em Guaíba, Rio Grande do Sul (Sociedade Brasileira De Ecotoxicologia, 2021).

A partir de 1993, o evento teve seu nome atualizado para Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia (III ECOTOX), e ocorreu novamente no Rio Grande do Sul, na cidade de Tramandaí. Essa edição teve grande participação de pesquisadores nacionais, das Américas e da Europa. Em 1996, 1998 e 2000, os eventos ocorreram, respectivamente, em Salvador (BA), Itajaí (SC) e São Carlos (SP) e tiveram grande relevância na área por contar com a participação da SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) e a criação da Sociedade Brasileira de Ecotoxicologia (SBE). Em 2002, o evento foi sediado por Vitória (ES) e contou com a discussão da criação de um meio de divulgação das pesquisas, a revista científica *Journal of Brazilian Society of Ecotoxicology (JSBE)* que teve sua primeira publicação em 2006, e posteriormente em 2013 foi renomeada para *Ecotoxicology and Environmental Contamination (EEC)* (Sociedade Brasileira De Ecotoxicologia, 2021). Nos anos seguintes os eventos continuaram acontecendo nas regiões Sul e Sudeste, em Florianópolis (SC)/2004, São Pedro (SP)/2006, Bento Gonçalves (RS)/2008 e Bombinhas (SC)/2010, com público sempre crescente, atingindo cerca de 600 participantes. As edições de 2012 em Porto de Galinhas (PE) e 2014 em Guarapari (ES), foram importantes para levar o congresso a outros estados do Brasil até que em 2016 o evento em Curitiba (PR) atingiu o total de 970 congressistas entre pesquisadores brasileiros e estrangeiros. Em 2018, o ECOTOX aconteceu novamente na região

Nordeste em Aracaju (SE) que contou com participantes de quase todos os estados brasileiros e nove diferentes países (Sociedade Brasileira de Ecotoxicologia, 2021). Considerando todo esse histórico em 2021, os eventos de Ecotoxicologia completaram 30 anos de ocorrência, e que devido a pandemia de COVID 19, não pode ocorrer presencialmente em 2020, ocorrendo de forma virtual no final de 2021.

As regiões Norte e Nordeste do Brasil apresentam vasta extensão territorial, grande biodiversidade envolvendo territórios costeiros e importantes bacias hidrográficas, que possuem relevância econômica e social para o país. Apesar do contexto propício ao desenvolvimento de estudos na área de Ecotoxicologia, sabe-se que há uma grande dificuldade em fazer pesquisa nas regiões, tendo em vista a escassez de recursos financeiros que limitam a infraestrutura e manutenção dos laboratórios (Krull & Barros, 2012). Tais dificuldades na produção de pesquisas científicas em tais regiões podem ser acompanhadas pela participação em eventos científicos nacionais e internacionais. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo analisar a evolução da participação de pesquisadores das regiões Norte e Nordeste do Brasil, a partir do levantamento bibliográfico dos resumos apresentados nos anais dos Congressos Brasileiros de Ecotoxicologia entre os anos 1998-2018, a fim de (i) identificar os principais pesquisadores e instituições participantes da região, (ii) avaliar a participação destes ao longo dos congressos, (iii) analisar as metodologias, ambientes, compartimentos, espécies e substâncias estudados, bem como (iv) conhecer as principais temáticas trabalhadas em seus estudos e identificar tópicos pouco trabalhados pelos grupos de pesquisa das regiões.

## **2. LEVANTAMENTO DE DADOS**

As informações utilizadas nesse trabalho foram extraídas dos anais de resumos do Congresso de Ecotoxicologia no Brasil (ECOTOX) de 1998 a 2018 disponibilizados no site da SBE para associados. No total ocorreram 15 congressos até 2018, porém não foram encontrados no site da SBE os arquivos referentes aos anos 1993 (III ECOTOX), 1996 (IV ECOTOX), 2002 (VI ECOTOX). Os anais de 2008 (VIII ECOTOX) apesar de não constarem no site foram digitalizados a partir de cópia impressa pelos autores do trabalho. A montagem do banco de dados foi feita por meio de tabelas no programa *Microsoft Excel*® de 2019. Parte dos dados da região Norte foram apresentados por Conceição (2021) e selecionados seguindo a mesma metodologia deste trabalho.

A evolução na quantidade de participantes e resumos aprovados ao longo das edições pode ser visualizada na tabela abaixo.

**Tabela I:** Quantitativo de congressistas e resumos aprovados por ano Congresso de Ecotoxicologia no Brasil (ECOTOX) de 1998 a 2018.

<b>Ano</b>	<b>Nº de congressistas</b>	<b>Nº de resumos</b>
1998	328	162
2000	-	225
2002	-	-
2004	600	600
2006	500	470
2008	500	477
2010	600	700
2012	800	850
2014	735	730
2016	970	748
2018	600	470
<b>Total</b>	<b>5633</b>	<b>5432</b>

*Fonte: Ecotox Brasil*

Foram consideradas publicações de autores e instituições das regiões Norte e Nordeste. Para montagem do banco de dados, as seguintes informações foram retiradas dos resumos: Ano da realização do congresso; Estado; Instituição Principal (1º autor); Tema do resumo de acordo com a organização do caderno de resumos; Compartimento ambiental analisado; Metodologia utilizada; Ambiente analisado; Espécie de estudo e nome popular; Substância analisada; Primeiro autor; Último autor; Órgãos de financiamento; Empresas parceiras.

Cinco destas categorias foram padronizadas a partir de listas suspensas por se tratar de informações bem definidas e que se repetiam entre os estudos, conforme pode ser visualizado na Tabela II. Demais informações variam de resumo para resumo.

**Tabela II:** Categorização de informações na coleta de dados do Congresso de Ecotoxicologia no Brasil (ECOTOX) de 1998 a 2018.

<b>Categoria</b>	<b>Itens analisados</b>
<b>Ano</b>	1998, 2000, 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018
<b>Estado</b>	AC, AM, AP, PA, RO, RR, TO, AL, BA, CE, MA, PB, PE, PI, RN e SE
<b>Instituição</b>	Instituição do 1º autor
<b>Área temática</b>	Tema de acordo com divisão dos anais de cada evento
<b>Compartimento ambiental</b>	Água, Ar, Solo, Sedimento, Tecidos e Multicompartimento
<b>Ambiente</b>	Dulcícola, Terrestre, Estuarino e Marinho
<b>Substância analisada</b>	Nome geral do grupo da substância analisada no resumo

<b>Metodologia</b>	Laboratório e Campo
<b>Organismo-teste</b>	Nome popular do grupo
<b>Pesquisadores</b>	Primeiro e último autor
<b>Financiamento</b>	Agência de fomento ou empresa

---

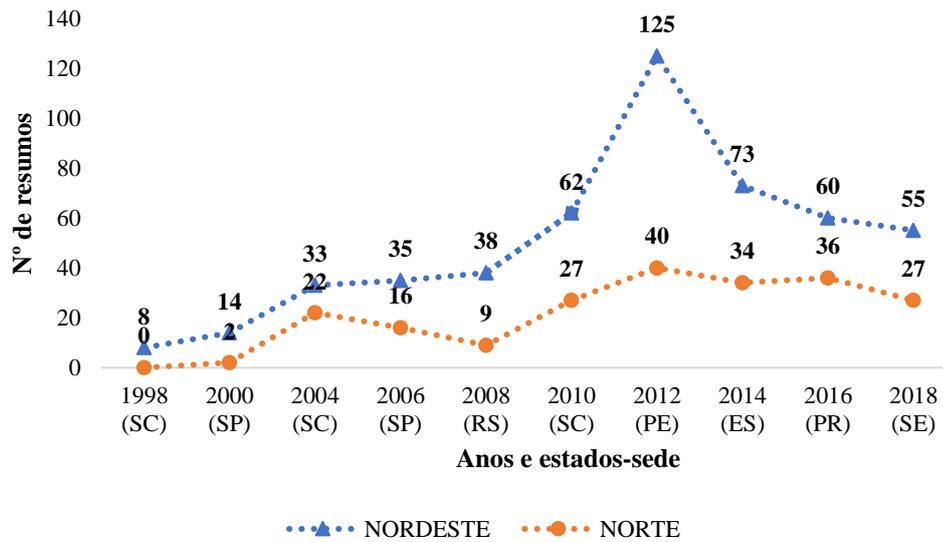
Os eventos dos anos de 2010 e 2012 não apresentaram divisões temáticas acerca dos resumos. As espécies estudadas foram organizadas em categorias individuais e quando houve mais de uma foram enquadradas em "multiespécies".

### **3. A REPRESENTATIVIDADE DAS REGIÕES NORTE E NORDESTE NOS ECOTOX (1998-2018)**

#### **3.1 Número de resumos por ano**

A primeira participação da região Norte foi no ano de 2000, e desde então contribuíram com 213 publicações nos anais do ECOTOX (Conceição, 2021). Houve um crescimento expressivo de 2000 para 2004 com um salto de 2 para 22 resumos apresentados, chegando a 40 no ano de 2012, mantendo um valor acima de 27 resumos nos anos seguintes (Figura 1). Já a região Nordeste apresentou 503 resumos, com participação em todos os anais analisados desde 1998, com quantitativo crescente de resumos, tendo um pico significativo no XII ECOTOX (2012), devido provavelmente a localização geográfica da cidade-sede (Porto de Galinhas – PE), fato que tem sido demonstrado como importante mecanismo facilitador para as submissões e participação de pesquisadores em eventos científicos (Sidone et al., 2016).

Contudo um padrão similar não foi observado no XV ECOTOX que também foi sediado na região Nordeste, levantando a hipótese de que outro fator pode ter contribuído para o aumento identificado no ano de 2012 (Figura 1). O Brasil como um todo vem sofrendo severos cortes em financiamento para pesquisa e para manutenção das instituições públicas de ensino, e o Nordeste sofreu uma diminuição de investimentos em pesquisa na década de 2010, especialmente em 2016, decorrente de crises políticas na esfera federal. Nesse momento às agências de fomento estaduais tiveram grande importância para manutenção dos apoios à pesquisa e os editais com mais difusão de recursos foram a Fapema (Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão), Facepe (Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco) e a Funcap (Fundação Cearense De Apoio Ao Desenvolvimento Científico E Tecnológico) (Santos et al., 2020).



**Figura 1.** Publicações de resumos por ano da Região Norte\* e Nordeste no Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia (1998-2018). \* Dados apresentados por Conceição, 2021

### 3.2 Número de resumos por Estado

Em relação a participação por Estado, a região Norte é liderada em quantidade de publicações pelo Pará, com 91 publicações, seguida pelo Amazonas (65) e Rondônia (52) (Figura 2). Os estados do Tocantins e Amapá tiveram uma pequena participação e os estados do Acre e Roraima não apresentaram nenhuma publicação ao longo dos anos, sugerindo que a Ecotoxicologia ainda não está totalmente disseminada no Brasil, mas também pode estar associada, em parte, ao fato que ainda não houve evento sediado na região Norte, o que dificulta o acesso a esses pesquisadores (Sidone et al., 2016). A pesquisa científica nesses Estados é pouco incentivada, inclusive pela falta de Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs) no estado de Roraima (Santos et al., 2020).

Já na região Nordeste, o estado de Pernambuco se destaca em quantidade de publicações nos anais do ECOTOX, com 175 resumos entre 1998 e 2018, e em segundo lugar o estado da Bahia, com 124 publicações, sendo que esses dois estados já sediaram eventos em 1996 (BA) e 2012 (PE) (Figura 2). Os Estados com menor representação foram Paraíba e Alagoas, e Piauí que até 2018 não apresentou nenhum trabalho no ECOTOX.

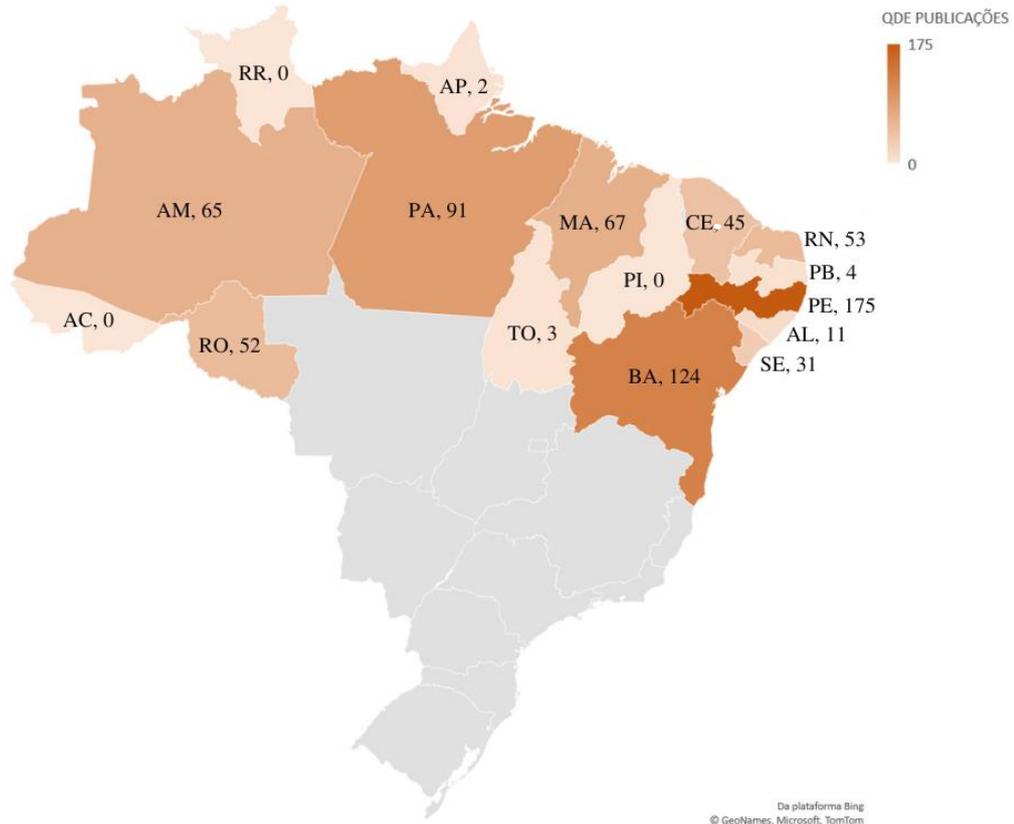


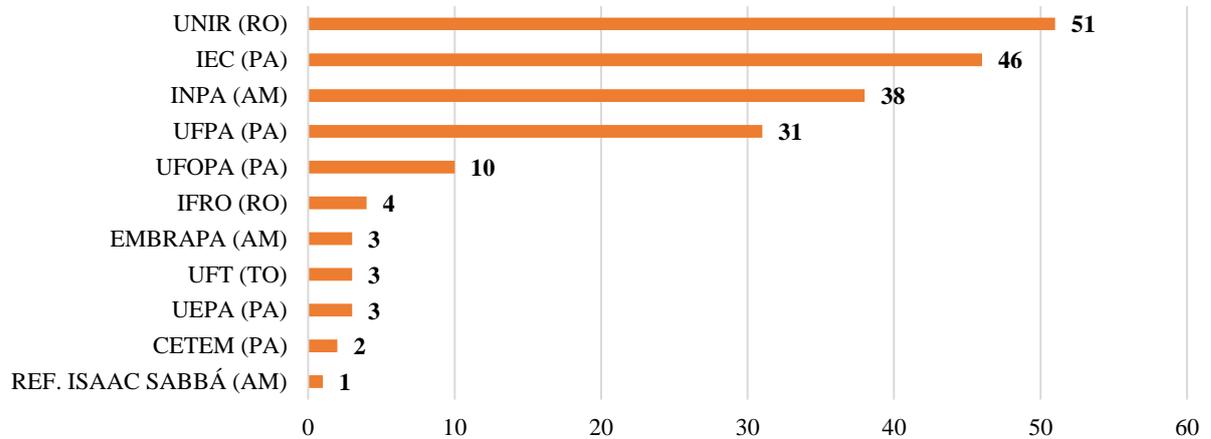
Figura 2. Mapa coroplético de distribuição da quantidade de resumos publicados por estado das Regiões Norte\* e Nordeste do Brasil no Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia (1998-2018). A intensidade da cor varia conforme aumentam as quantidades de publicações. \* Dados apresentados por Conceição, 2021

### 3.3 Número de resumos por instituição de pesquisa/ensino

Os dados sobre a participação das instituições por região, estão apresentados na Figura 3. Na região Norte, a Universidade Federal de Rondônia (UNIR) obteve o primeiro lugar com 51 publicações, seguido pelo Instituto Evandro Chagas (IEC), pelo Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (Figura 3A). Apesar do estado de Rondônia ter ficado em 3º lugar em número total de publicações (Figura 2), apresentou a UNIR como instituição com a maior representatividade da região Norte nos ECOTOX.

Em relação as instituições nordestinas (Figura 3B), a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) apresentou o maior número de resumos (132), seguido da Universidade Federal da Bahia (UFBA) (83) e em terceiro lugar, o estado do Ceará entra em destaque com a Universidade Federal do Ceará (UFC) (43). Nota-se um cenário diferente da região Norte, já que as instituições nordestinas que mais publicaram pertencem aos estados com maior número de resumos, com exceção o Maranhão que tem seus resumos apresentados pelas universidades federal (UFMA) e estadual (UEMA).

(A)



(B)

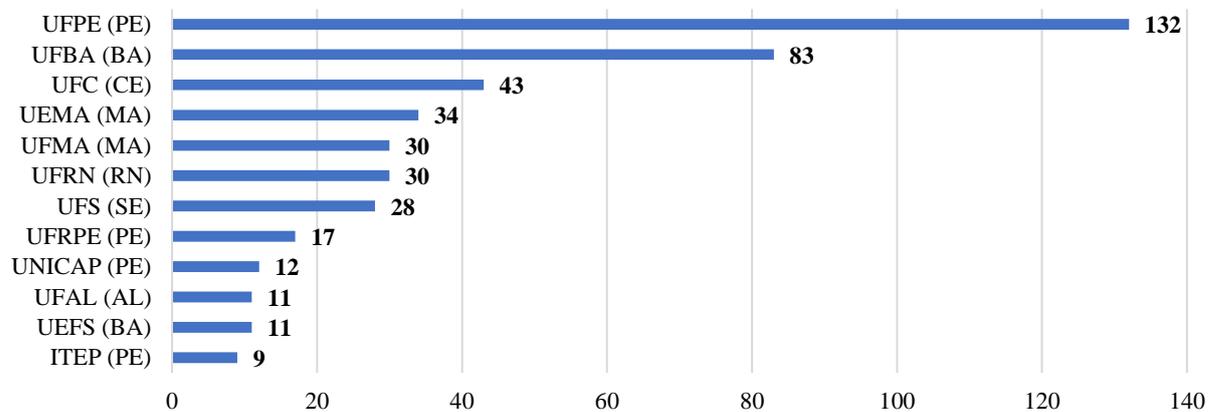


Figura 3. Publicações de resumos por instituição no Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia (1998-2018). (A) Região Norte\*; (B) Região Nordeste. \* Dados apresentados por Conceição, 2021.

## 4. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA EM ECOTOXICOLOGIA DAS REGIÕES NORTE E NORDESTE

### 4.1 Áreas temáticas

As áreas temáticas dos anais do ECOTOX são propostas pela comissão organizadora de cada evento e servem para categorizar os resumos pelos assuntos desenvolvidos em cada estudo. Nos anais dos anos de 2010 e 2012 não houve subdivisão por temas, e, considerando que alguns temas foram sendo alterados ao longo dos anos, as áreas temáticas dessas duas edições foram padronizadas conforme as categorias mais recentes do ECOTOX.

Os temas mais frequentes discutidos na Região Norte foram os que abordaram a biodisponibilidade, bioacumulação e biomagnificação, com 65 resumos, seguido de Biomarcadores (31) e Genotoxicidade ambiental (16), Integração de ecossistemas e saúde humana (15), Comportamento ambiental e modo de ação dos contaminantes (14) e

Contaminação ambiental e mudanças climáticas (14) (Tabela III). Já os temas com destaque maior no Nordeste foram novas metodologias e abordagens em ensaios ecotoxicológicos (80), seguido de Biomarcadores (65), Efeitos contaminantes orgânicos (47), e Ecotoxicologia de ambientes de água doce (40) (Tabela III).

**Tabela III.** Áreas temáticas dos resumos apresentados no Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia (1998-2018) pela região Norte\* e Nordeste. \*Dados apresentados por Conceição, 2021.

<b>Temas</b>	<b>Nº região Norte</b>	<b>Temas</b>	<b>Nº região Nordeste</b>
Biodisponibilidade, bioacumulação e biomagnificação	65	Novas metodologias e abordagens em ensaios ecotoxicológicos	80
Biomarcadores	31	Biomarcadores	65
Genotoxicidade ambiental	16	Efeitos de contaminantes orgânicos	47
Integração de ecossistemas e saúde humana	15	Ecotoxicologia de ambientes de água doce	40
Comportamento ambiental e modo de ação dos contaminantes	14	Ecotoxicologia terrestre	31
Contaminação ambiental e mudanças climáticas	14	Educação ambiental: ecotoxicologia e percepção pública	29
Ecotoxicologia de ambientes de água doce	9	Comportamento ambiental e modo de ação dos contaminantes	28
Efeitos de contaminantes inorgânicos	8	Biodisponibilidade, bioacumulação e biomagnificação	28
Métodos alternativos para avaliação de toxicidade	7	Contaminação ambiental e mudanças climáticas	25
Efeitos de contaminantes orgânicos	5	Toxicologia ambiental	23
Ecotoxicologia aquática	3	Genotoxicidade ambiental	20
Degradação ambiental e saúde pública	3	Avaliação de risco ecológico	17
Avaliação de qualidade de sedimentos	2	Ecotoxicologia aquática	14
Manejo, remediação e controle de riscos	2	Efeitos de contaminantes inorgânicos	14

Biomonitoramento	2	Manejo, remediação e controle de riscos	12
Novas metodologias e abordagens em ensaios ecotoxicológicos	2	Degradação ambiental e saúde pública	9
Ecotoxicologia terrestre	2	Química aquática	9
Avaliação de risco a saúde humana	1	Avaliação da qualidade de sedimentos	8
Química de sedimentos	1	Integração de ecossistemas e saúde humana	4
Química aquática	1	Modelagem e ecotoxicologia preditiva	2
Avaliação das interações homem-ambiente	1	Poluição atmosférica: riscos e impactos nos ecossistemas	2
Avaliação em ecossistemas tropicais	1	Microcosmos, mesocosmos e experimentos in situ	1
Comunicação e risco ambiental	1		
Poluição atmosférica: riscos e impactos nos ecossistemas	1		
Avaliação de risco ecológico	1		
Química atmosférica	1		
Educação ambiental: ecotoxicologia e percepção pública	1		
Toxicologia ambiental	1		
Microcosmos, mesocosmos e experimentos in situ	1		
Modelagem e ecotoxicologia preditiva	1		

#### 4.2. Abordagem metodológica

Em relação à metodologia dos resumos da região Norte, foram constatados 206 dos trabalhos feitos em laboratório, o que representa 96% das publicações. Para a região Nordeste, nota-se um cenário semelhante em que aproximadamente 87% dos trabalhos foram feitos em laboratório, com o total de 438 publicações. A parcela restante destes resultados refere-se a estudos feitos com coleta de dados exclusivamente em campo em que não se fazia necessária a análise em bancada como nas pesquisas qualitativas, levantamentos bibliográficos, criação de softwares e afins.

#### 4.3 Compartimento ambiental

A região Norte tem a liderança de trabalhos em ambientes aquáticos, com 159 resumos. Solos e sedimentos ocupam, respectivamente, o segundo e terceiro lugares com 13 e 12 resumos. Os estudos que analisaram mais de um compartimento na mesma publicação foram categorizados como “multicompartimento” Essa categoria registrou o total de 11 trabalhos envolvendo água e sedimento, solo e sedimento e água e solo. Já a região Nordeste apresentou uma maior quantidade de resumos tratando de ambiente aquático com 159 publicações no total, seguidos por estudos de tecidos com 141 resumos e sedimento com 53. Na categoria multicompartimento, a maioria foram representados por estudos de água e sedimento ou solo e sedimento, totalizando 144 publicações. Os estudos dos compartimentos ambientais são de extrema importância na Ecotoxicologia, pois são nesses espaços que as substâncias se acumulam e podem se tornar mecanismos tóxicos para a biota que neles vivem.

#### 4.4 Tipo de ambiente

As pesquisas com os ambientes dulcícolas da região Norte foram os mais representativos com 147 resumos (Figura 5), seguido pelo o ambiente terrestre (19), ambiente estuarino (8) e apenas 1 trabalho com o ambiente marinho. Os estados nortistas que mais publicam (Amazonas e Pará), por possuírem em sua extensão a maior bacia hidrográfica do mundo (Bacia Amazônica), investem mais em estudos dulcícolas de acordo com os interesses econômicos da região (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2011).

Num panorama geral da região nordestina, os ambientes costeiros (marinho e estuarino) tiveram maior representatividade (246 resumos), seguidos pelos ambientes dulcícolas (196) e terrestres (53). Essa região, com amplo território costeiro, tem maior acesso aos ambientes marinhos e estuarinos, que fazem parte da relevância econômica nordestina (Gunnarsson & Castillo, 2018).

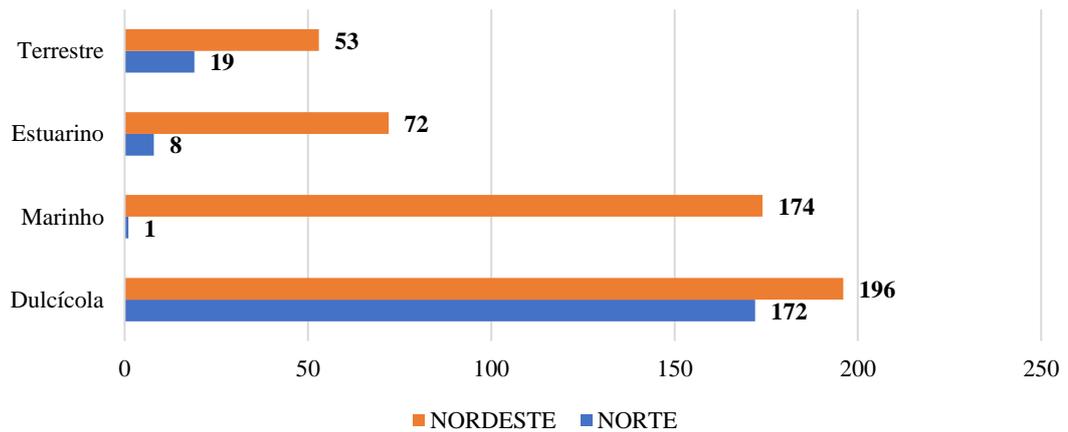


Figura 5. Quantidade de resumos por ambientes estudados na Região Norte\* e Nordeste (Brasil) nos anos dos Congressos Brasileiro de Ecotoxicologia (1998-2018). \* Dados apresentados por Conceição, 2021.

#### 4.5. Organismo-teste

Também foram levantados dados das categorias de espécies (nome popular do táxon) que mais aparecem nos resumos publicados das regiões. Os estudos que analisaram mais de uma espécie na mesma publicação foram categorizados como “multiespécies”. A região Norte apresenta sua grande maioria de trabalhos com espécies diversas de peixes, seguida de crustáceos, zooplânctons e plantas (Figura 6). Os trabalhos nortistas com multiespécies somam o total de 5 publicações, enquanto que a região Nordeste obteve 32 trabalhos. Considerando que nesta região os ambientes aquáticos são a maioria dos estudos, a categoria que aparece em primeiro lugar no Nordeste são os peixes, seguido de plantas - aquáticas e terrestres, copépodos e artêmias (Figura 6).

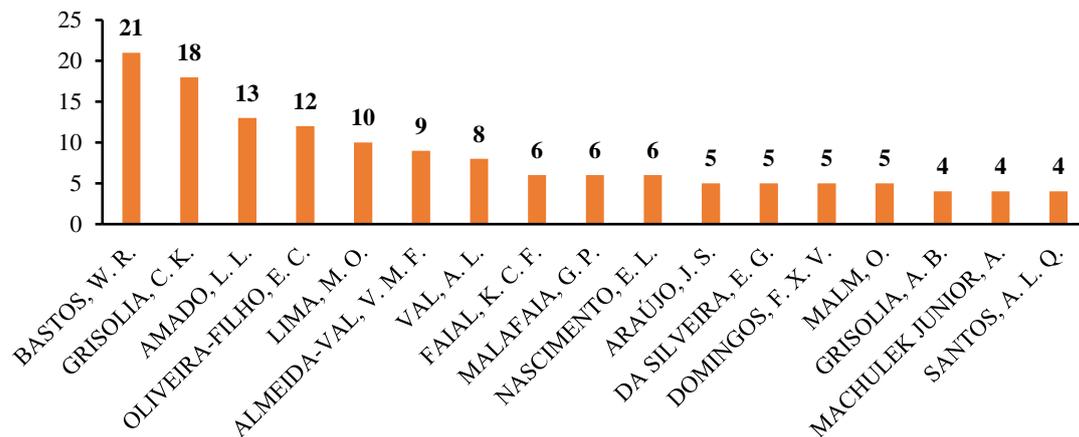
A escolha das espécies para realização dos testes pode ser feita levando em conta diversos fatores, como por exemplo a relevância ambiental, a sensibilidade a substâncias, os custos, a abundância no ambiente, entre outros (Martins & Bianchini, 2011). Um dos motivos em que os peixes são as espécies mais estudadas, pode ser explicado devido ao crescimento das atividades de pisciculturas no Brasil nas últimas décadas. (Martins & Bianchini, 2011) Essas espécies são vastamente utilizadas em estudos ecotoxicológicos por serem excelentes biomonitoras, o que também faz sentido levando em conta a temática mais estudada da região. (Straub et al., 2020). Os testes laboratoriais monoespécies são relativamente rápidos, fáceis e baratos de serem realizados e possuem protocolos que facilitam a validação e interpretação dos resultados dos testes, porém, vale ressaltar que testes com monoespécies podem não ter devida relevância ecológica e não preveem respostas em outros níveis de organização biológica (Krull & Barros, 2012).



(UNIR), o que complementa os resultados da Figura 3, em que mostra a instituição como maior publicadora da região. Na região Nordeste, Nazar, M.L., com 9 publicações, foi a primeira autora que mais submeteu resumos no Congresso, e representa o grupo de pesquisa da Universidade Federal da Bahia, instituição que ocupa a segunda posição em quantidade de publicações. Como último autor e coordenador de pesquisa, Carvalho P.S.M. publicou 32 trabalhos pela Universidade Federal de Pernambuco, que ocupa a primeira colocação no ranking das instituições que mais publicam.

No âmbito da evolução crescente da produção científica, nota-se a importância da colaboração entre os pesquisadores. Esses resultados trazem um demonstrativo dos pesquisadores que mais colaboraram para a realização das edições do congresso submetendo trabalhos de primeira autoria e com seus respectivos grupos de pesquisa.

(A)



(B)

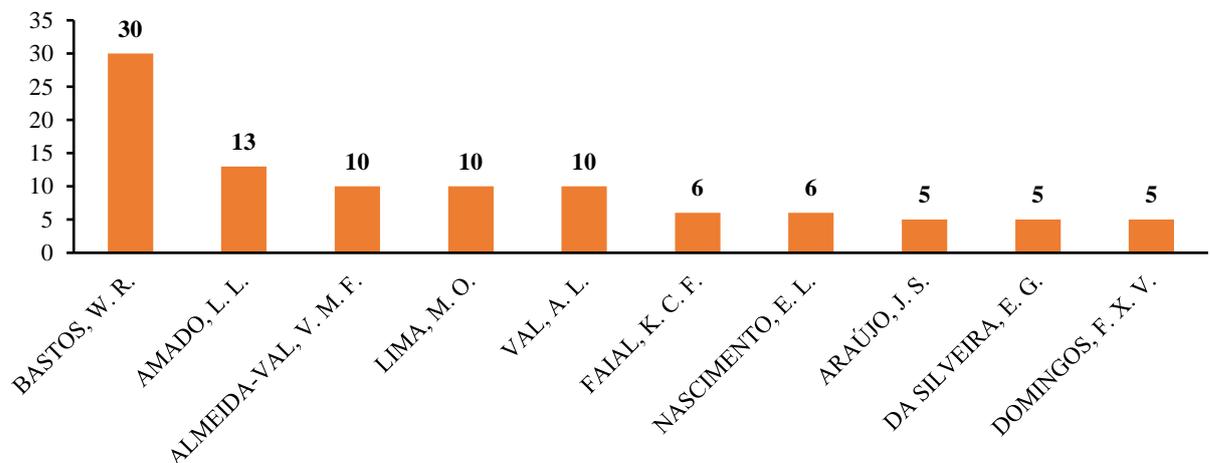
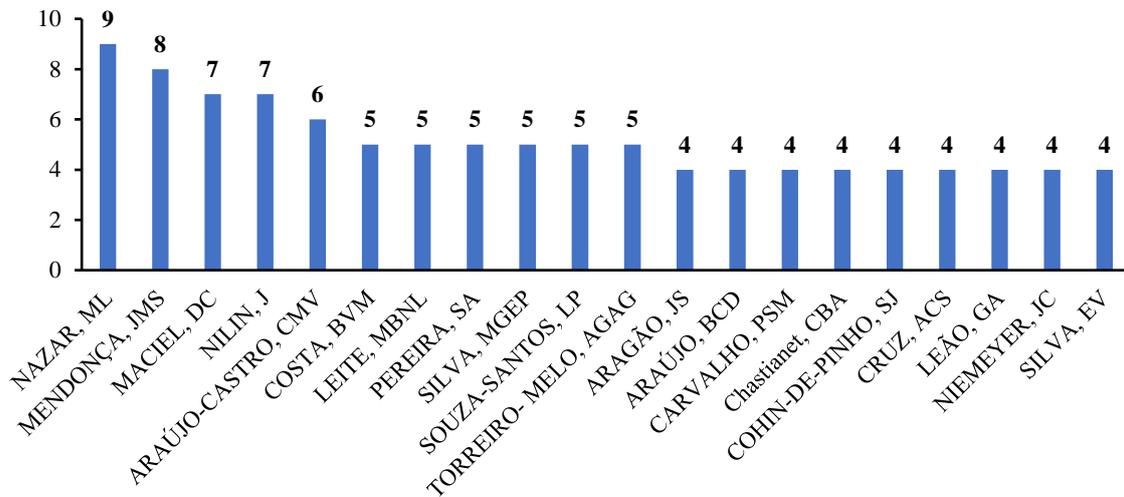


Figura 7. Autores que mais publicaram no Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia (1998-2018) da região Norte\* (A) Primeiros autores com 4 ou mais publicações; (B) Últimos autores com 5 ou mais publicações. \*Dados apresentados por Conceição, 2021.

(A)



(B)

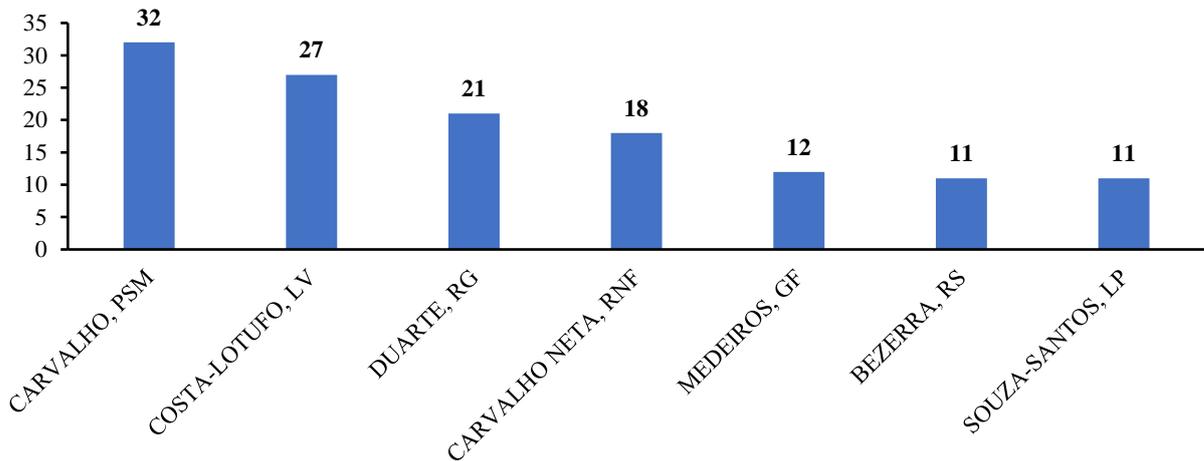


Figura 8. Autores que mais publicaram no Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia (1998-2018) da região Nordeste (A) 1º autores com 4 ou mais publicações; (B) Últimos autores com 10 ou mais publicações.

#### 4.8 Financiamento: entidades e empresas de fomento

A região Norte apresentou 57% dos trabalhos financiados, principalmente pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) com 65 trabalhos, seguidos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM (25) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES (19). Ainda vale citar investimentos vindos da UNIR, Fundação Amazônica de Amparo a Estudos e Pesquisa (FAPESPA) e Institutos Federais. Em relação ao financiamento empresarial, destacam-se Santo Antônio Energia com 11 trabalhos, a PETROBRÁS com 5 e a Eletronorte com 3.

Em relação ao financiamento e apoio dos trabalhos da região Nordeste, foram identificados que 49% desses trabalhos receberam algum tipo de incentivo na região. O

financiamento governamental foi feito através de bolsas como CNPq e CAPES totalizando 128 trabalhos (25%). As empresas, federais ou privadas, tiveram menor destaque com apenas 19 trabalhos incentivados. Como maior representante empresarial a PETROBRAS financiou 9 trabalhos, seguido da empresa privada CETREL S.A. (4) e a empresa El Paso Óleo e Gás do Brasil Ltda (2). Esses dados mostram que aproximadamente metade das publicações foram financiadas, o que dificulta o acesso à pesquisa em ambientes universitários. É urgente que a Ecotoxicologia seja difundida para população geral e gestores públicos por meio de atividades extensionistas e de educação ambiental, pois só assim será possível ganhar maior visibilidade e apoio da sociedade civil em todo Brasil (Conceição, 2021).

A importância das Fundações de Amparo (FAPs) se relacionam com a promoção do desenvolvimento da pesquisa nas diversas áreas do conhecimento, da inovação, da divulgação científica, do estímulo a formação. É de grande relevância a formulações de políticas públicas com o intuito de desenvolver essas organizações para visar o fortalecimento e a expansão da infraestrutura de pesquisa nos estados do Brasil (Santos et al., 2020).

A expansão das FAPs ao longo dos anos trouxe novos caminhos para a pesquisa nas regiões Norte e Nordeste, porém com a crise econômica de 2016, foi-se implantada uma nova Emenda Constitucional nº95/2016 com o intuito de “congelar” os recursos federais por 20 anos o que influenciou a redução de recursos para as pesquisas. Esses dados mostram a importância do investimento e fomento às universidades públicas que hoje possuem os melhores caminhos para consolidação e ampliação do conhecimento e, ainda reiterar que a pesquisa traz contribuições para repensar o Estado, o fomento à pesquisa e seus rebatimentos na sociedade, além de propiciar contribuições da área (Santos et al., 2020).

## **5. ECOTOX EM TEMPOS DE PANDEMIA (COVID-19)**

Em 2020, a 16ª edição do ECOTOX não foi realizada devido às restrições sanitárias decorrentes da pandemia do COVID-19, sendo então realizada no de 2021 de forma 100% online. Segundo o caderno de resumos da edição de 2021, a região Norte apresentou o total de 96 trabalhos, o que mostra um aumento de submissões da edição anterior (2018), em que apresentou apenas 27 trabalhos (Figura 1). O estado que mais apareceu foi o Pará, com 43 publicações, seguido do Tocantins, com 38. Nota-se uma evolução maior na participação desse último estado, o que mostra um maior envolvimento da região Norte nos ECOTOX. Também se nota uma publicação no estado do Acre, mas ainda é baixa a participação do estado. Roraima continua sem registros de publicações, o que também chama a atenção do porquê não há pesquisas envolvendo a Ecotoxicologia na região ainda.

A região Nordeste foi representada por 100 trabalhos, o que também foi maior que em 2018 com 55 submissões (Figura 1). A liderança ficou para o estado de Pernambuco com 31 publicações e ainda se destacaram os estados do Maranhão (22) e Alagoas (17). Percebe-se uma mudança dos estados que mais publicam, o que é um bom sinal porque significa uma maior difusão da pesquisa na área. O estado do Piauí continua sem representatividade na edição de 2021. Esse aumento de publicações da edição anterior pode ser explicado pelo formato remoto, o qual acessibiliza a participação de pesquisadores do congresso pelo Brasil todo, não exigindo deslocamentos interregionais, diminuindo assim os custos envolvidos no processo.

A Sociedade Brasileira de Ecotoxicologia divulgou o próximo ECOTOX presencial, em 2024, com sede em Belém, no estado do Pará. Essa será a primeira vez que a região Norte receberá o ECOTOX e esse já é um passo importante para ampliação da participação dos estados do Norte e Nordeste nas seguintes edições.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De forma geral, foi possível analisar uma evolução da participação das regiões Norte e Nordeste nos congressos, principalmente em edições que ocorreram próximas ou na região, levando em consideração os estados-sede do ECOTOX e o posicionamento geográfico. O trabalho também permitiu compreender quais espécies, substâncias, metodologias foram mais relevantes ao longo das 16 edições do congresso.

Os estados do Pará (N) e Pernambuco (NE) registraram o maior número de publicações, com destaque às suas instituições e os estados de Roraima, Acre e Piauí não apresentaram resumos até 2018. Os ambientes aquáticos foram os mais estudados e, concomitantemente, os peixes foram a espécie mais relevante nos trabalhos. A pesquisa com metais pesados também liderou nas duas regiões. Os estudos que envolvem multiespécies e multicompartimentos são vias importantes para validação de trabalhos por analisarem diferentes níveis ecológicos e efeitos causados por substâncias.

Nota-se um constante desenvolvimento do Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia (ECOTOX), aumento da participação de congressistas e pesquisadores, com aumento também da participação das regiões, principalmente na próxima edição, a qual será sediada na região Norte. Entretanto, para uma participação mais efetiva, o financiamento e a criação de políticas públicas para a ciência devem ser mais incentivados, porque facilitam a articulação entre pesquisadores e universidades capazes de planejarem projetos socioambientais que afetem toda a população. Essa integração gera debates, discussões e reflexões a partir de temas que impactam a vida humana e auxiliam para a manutenção dos ecossistemas.

## 7. REFERÊNCIAS

- Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). (2011). *Ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento das Regiões Norte e Nordeste do Brasil Novos desafios para a política nacional de CT&I*. <http://www.cgee.org.br>
- Clemente, D., Rêgo Da Silva, V., Pompêo, M., & Brazil De Paiva, T. C. (2008). *Capítulo 22 • Ecotoxicologia. Capítulo 22. A Ecotoxicologia No Contexto Atual No Brasil*.
- Conceição, A. P. (2021). *A Comunicação Científica Da Região Norte Nos Congressos De Ecotoxicologia No Brasil: Uma Análise Da Evolução Histórica Do Período*.
- Conselho Nacional Do Meio Ambiente, Resolução CONAMA 430/2011, de 13 de maio de 2011 (2011).
- Gunnarsson, J. S., & Castillo, L. E. (2018). Ecotoxicology in tropical regions. In *Environmental Science and Pollution Research* (Vol. 25, Issue 14, pp. 13203–13206). Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1887-4>
- Krull, M., & Barros, F. (2012). Key Issues in Aquatic Ecotoxicology in Brazil: A Critical Review. *Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology*, 7(2), 57–66. <https://doi.org/10.5132/jbse.2012.02.009>
- Martins, S. E., & Bianchini, A. (2011). Toxicity tests aiming to protect Brazilian aquatic systems: Current status and implications for management. In *Journal of Environmental Monitoring* (Vol. 13, Issue 7, pp. 1866–1875). <https://doi.org/10.1039/c0em00787k>
- Santos, V. N., Gonçalves, M. da C. V., & Silva, N. L. (2020). Desenvolvimento de pesquisas no Nordeste e a importância das Fundações de Amparo (2014-2016). *Serviço Social & Sociedade*, 561–572.
- Sidone, O. J. G., Haddad, E. A., & Mena-Chalco, J. P. (2016). A ciência nas regiões brasileiras: evolução da produção e das redes de colaboração científica. *Transinformação*, 28, 15–32.
- Sociedade Brasileira de Ecotoxicologia. (2021, January 2). *ECOTOX 2021*. Histórico Dos Eventos Da Ecotoxicologia. <http://ecotox2021.com.br/historico-dos-eventos-da-ecotoxicologia/>
- Straub, L., Strobl, V., & Neumann, P. (2020). The need for an evolutionary approach to ecotoxicology. In *Nature Ecology and Evolution* (Vol. 4, Issue 7, p. 895). Nature Research. <https://doi.org/10.1038/s41559-020-1194-6>
- Walker, C. H. (2006). *Principles of ecotoxicology* (3rd ed.). CRC Press.