

# Visualização e Análise Exploratória de Dados de Extração de Madeira no Brasil

Matias Emir Luemba

Marilaine Colnago

Wallace Correa de Oliveira Casaca

**Como citar:** LUEMBA, Matias Emir; COLNAGO, Marilaine; CASACA, Wallace Correa de Oliveira. *Visualização e Análise Exploratória de Dados de Extração de Madeira no Brasil*. In: VALENTIM, Marta Lúgia Pomim; CASTRO, Rosane Michelli de; DANIEL, Niembo Maria; MANUEL, Damião de Almeida (org.). **Construindo ciência em cooperação internacional acadêmico-científica:** Brasil e Angola. Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2025. p.355-377 DOI: <https://doi.org/10.36311/2025.978-65-5954-570-4.p355-377>



All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 (CC BY-NC-ND 4.0).

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 (CC BY-NC-ND 4.0).

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia Creative Commons Reconocimiento-No comercial-Sin derivados 4.0 (CC BY-NC-ND 4.0).

## VISUALIZAÇÃO E ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS DE EXTRAÇÃO DE MADEIRA NO BRASIL

*Matias Emir Luemba*

*Marilaine Colnago*

*Wallace Correa de Oliveira Casaca*

### 1 INTRODUÇÃO

A análise exploratória e a visualização de grandes volumes de dados podem contribuir significativamente para a compreensão e solução de desafios socioambientais relacionados à diversos temas, incluindo a questão da extração controlada de madeira e a preservação florestal. De fato, a organização dos dados pode levar à síntese da informação que, quando analisada, se transforma em conhecimento e inteligência para o planejamento e a tomada de decisões.

A disponibilidade de dados em formato aberto para fins de pesquisas científica e aplicada tem o potencial de aprimorar a governança ambiental, bem como estabelecer políticas públicas que combatam práticas ilegais e que fomentem a produção florestal e agrícola sustentável. Tais ações podem corroborar na redução de emissões de gases do efeito estufa bem como na adaptação às mudanças climáticas (Bezerra; Morgado, 2017).

Em termos de ferramentas tecnológicas, tem-se à disposição à Análise Exploratória de Dados (AED), que constitui de um conjunto de técnicas que visam auxiliar analistas e cientistas a fim de compreender as principais características dos dados, principalmente por meio de métodos visuais, podendo assim fomentar a formulação de hipóteses e a execução de novos experimentos (Samvelyan; Shaptala; Kyselov, 2020; Paula; Colnago; Fidalgo; Casaca, 2020). Ainda nessa frente, há como arcabouço disponível a Visualização de Dados (VD), que é o conjunto de técnicas e ferramentas gráficas que visam, sobretudo, a obtenção de sumários e a simplificação dos dados, além do realce de informações importantes com base na experiência do domínio (Leme; Casaca; Colnago; Dias, 2020; Zhang *et al.*, 2020).

Com relação aos processos legais de desflorestamento, é válido pontuar que a legalidade no desmatamento é a desflorestação ou desflorestamento autorizado por órgão ambiental competente, e que possua documento legal (Azevedo *et al.*, 2015). Já a ilegalidade do desmatamento é a desflorestação ilegal, cujo processo ocorre sem autorização para o desmatamento, caracterizando-se por ser, em geral, uma ação rápida, predatória e devastadora sobre grandes áreas de floresta nativa (Azevedo *et al.*, 2015). Estas, muitas vezes, ocorrem até mesmo em Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), ou seja, em áreas protegidas por lei (IBAMA, 2012).

Para a exploração legal da madeira, é necessária uma Autorização de Exploração (AUTEX), que pode ser emitida a partir de um Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS), ou de uma autorização de desmatamento para uso alternativo da terra, ou ainda, a partir de uma autorização de remoção de vegetação (IBAMA, 2012).

## **1.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA**

A ilegalidade da exploração madeireira dificulta localizar e quantificar a madeira que está sendo extraída das florestas, uma vez que em diversos casos a extração não gera grandes clareiras que possam ser capturadas em imagens de satélite. Há, ainda, problemas de falsificação de

documentos fiscais, incluindo aquele que é o foco deste trabalho, a saber: o Documento de Origem Florestal (DOF), que é uma autorização emitida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) a fim de regulamentar o manejo de madeira em áreas florestais (Scabin *et al.*, 2010).

Diante das dificuldades expostas, este trabalho foca na exploração e análise dos registros do tipo DOF, emitidos pelo IBAMA, a partir do uso de técnicas de AED e VD na tentativa de identificar discrepâncias nos dados, bem como quantificar o volume de madeira transacionada e suas rotas de escoamento.

A seguir, pontuamos algumas das linhas que foram trabalhadas nesta pesquisa:

- Explorar grandes volumes de dados florestais que estão disponíveis em formato aberto, cuja análise demandaria o uso de ferramentas e técnicas específicas de AED e VD, na linha de *Big Data*. Exemplos: criação de sumários, geração de grafos de relacionamento entre produtores e receptores da indústria madeireira, detecção de anomalias e possíveis fraudes, entre outras tarefas que requer o uso de técnicas e plataformas computacionais desenhadas para comportar bases de dados florestais em escopo nacional.
- Investigar os indicadores de evolução da indústria madeireira. Por exemplo, relacionar as cadeias de transporte madeireiro e seus produtos transacionados. Nesse âmbito, procuramos explorar as seguintes questões: composição das espécies de madeira; fluxo de comercialização do transporte madeireiro; preços e rendimentos da madeira; quantidade de empresas em diferentes regiões; mercados a serem alcançados.

## **1.2 MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA**

Dentre os propósitos do registro DOF, um deles é o de compreender a sequência dos fluxos da madeira e das cadeias de produção individuais.

No entanto, é importante ressaltar que, devido aos elevados níveis de exploração ilegal em áreas protegidas, sobretudo, tal como observado nos últimos anos no Brasil, e pela falta de transparência na comunicação dos dados públicos, o que inclui a “contaminação” dos dados devido às fraudes e ilegalidade, esse tema – dados da floresta Amazônica – despertou o interesse de diversas Organizações Não Governamentais (ONGs) de proteção ambiental: daí a inquietação de compreendermos o funcionamento e as particularidades da indústria madeireira (Luemba; Kunzayila; Casaca, 2021).

## **1.3 OBJETIVOS**

O objetivo primário deste trabalho foi o de realizar a análise exploratória de um grande subconjunto de dados da base DOF, buscando identificar padrões, caracterizar cadeias de transporte e o comportamento das empresas madeireiras, bem como explorar os principais produtos, espécies e volumes transacionados. Além dos pontos acima, a pesquisa procurou prototipar painéis gráficos na web para navegação dos usuários a fim de possibilitar a interação com os dados recolhidos do sistema DOF.

## **2 FLORESTAS BRASILEIRAS**

O Brasil possui a segunda maior área florestal em nível mundial, atrás apenas da Federação Rússia. Esses dois países detêm mais de um quarto de todas as florestas do Globo (FAO, 2015).

Entre os países tropicais, o Brasil é o que abriga a maior extensão contínua de florestas, cuja região de maior impacto para o planeta é a Amazônia (IBGE, 2004).

Embora a Amazônia Internacional seja composta por 9 países (Brasil, Colômbia, Peru, Venezuela, Equador, Bolívia, Guiana Inglesa, Guiana Francesa e Suriname), representando um total de 7 milhões de quilômetros quadrados, o Brasil responde por 79% dessa extensão territorial, ou seja, 5,5 milhões de quilômetros quadrados da maior Floresta Tropical do planeta, com 9 estados compondo a Amazônia Legal (Amazonas, Acre, Roraima, Rondônia, Amapá, Pará, parte do Mato Grosso, do Tocantins e do Maranhão) (Braga, 2020). Mais da metade da sua vegetação, 61%, encontra-se em território nacional, entre os estados do Amazonas, Acre, Amapá, Rondônia, Pará e Roraima (Adriana, 2018).

## **2.1 DESMATAMENTO FLORESTAL**

O desmatamento é definido como sendo a eliminação do corte raso de uma floresta madura ou primária (Nepstad *et al.*, 2014). Além disso, a extração de madeira, a atividade agricultura, e a pecuária são os principais motores de mudança no uso da terra, e podem ser conectados através de um processo dinâmico envolvendo o uso da terra desde a floresta madura até a fronteira desmatada (Martin, 2008), (Sapucci; Negri; Casaca; Massi, 2021).

## **2.2 SISTEMA DOF DO IBAMA**

O DOF é um certificado digital/licença atribuída às empresas transportadoras e armazenadoras de produtos florestais, cujo registro e controle são realizados pelo IBAMA, desde setembro-2006, via Portaria 253/06. A exploração de todos os produtos e subprodutos de origem florestal no Brasil precisam de DOF (Bezerra; Morgado, 2017; IBAMA, 2016).

É considerado o produto florestal bruto, todo produto no seu estado natural, tais como: as plantas, madeira em tora, escoramento, acha e lasca nas fases de extração ou fornecimento, lenha e produtos florestais não madeireiros da floresta brasileira. O produto florestal processado é aquele originado a partir da extração de um produto bruto, tal como piso, forro

e porta lisa feitas de madeira maciça, serrada, aplainada, lâmina faqueada, resíduos da indústria madeireira, carvão de resíduos, entre outros (IBAMA, 2016; Montaño, 2016).

Para exercer a atividade de comercialização, transporte e armazenamento dos produtos/subprodutos madeireiros, cada pessoa deve conter um Cadastro Técnico Federal (CTF), estabelecido pela lei 6938/81 (Política Nacional do Meio Ambiente) a partir de seu CPF/CNPJ para ter o acesso ao sistema IBAMA (IBAMA, 2016; Montaño, 2016; Brasil, 1981).

No âmbito de banco de dados de controle, as atividades madeireiras são registradas conforme os seguintes sistemas:

- Dados de transporte, comercialização e processamento de madeira:
  - Floresta (toras) até o elo de processamento antes de ser considerado como ‘produto acabado’.
- Sistemas Específicos de Controle:
  - Sistema Federal DOF: AC, AM, AP, MT, PA, RO, RR e TO (2007- 2018).

### **2.3 TRANSPORTE DE PRODUTOS FLORESTAIS**

Considerando a questão da documentação pertinente para o transporte de madeira, transportes de produtos madeireiros nativos devem ser acompanhados do DOF, e Nota Fiscal (NF) para o seu destino (Montaño, 2016).

## **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) visa mapear, identificar e avaliar os possíveis resultados de estudos que já foram publicados sobre um determinado tema de pesquisa. A RSL consiste em várias etapas, ou seja, determinar o tópico de pesquisa, selecionar a pesquisa correspondente, ministrar os dados necessários, analisar e descrever a descoberta (Kurniawan; Rosmansyah; Dabarsyah, 2019).

Com a execução da busca por estudos primários, a pesquisa de informações nas principais bases de dados científicas trouxe como resultado publicações pertinentes e interessantes. A Tabela 1 apresenta a quantidade de artigos resultantes da busca realizada nas principais bases científicas, enquanto a Tabela 2 sumariza a quantidade de estudos analisados em cada etapa da revisão sistemática.

A partir da revisão sistemática da literatura realizada, foram identificadas e analisadas oito técnicas de visualização (vide Tabela 3), as quais podem ser adaptadas e devidamente aplicadas no processo de visualização e da análise exploratória dos dados florestais coletados do sistema DOF. Os estudos têm se concentrado no inventário das florestas, manejo de florestas nativas e no planejamento da exploração florestal.

**Tabela 1:** Estudos identificados

Bases de Dados	Estudos
ACM Digital Library	428
IEEE Xplore Digital Library	214
Scopus	36
Total	678
Duplicados	81

Fonte: Elaboração própria (2022).

**Tabela 2:** Quantidades de estudos durante as fases da revisão

Categorias	Quantidades
Estudos identificados	678
Estudos duplicados	81
Estudos não selecionados	562
Estudos selecionados	32
Estudos excluídos	20
Estudos incluídos	12

Fonte: Elaboração própria (2022).

**Tabela 3:** Técnicas de visualização mais utilizadas

Técnica de visualizações	Utilizações
Mapa geográfico	5
Tabela	5
Pizza	1
Gráfico de barra	2
Gráfico de dispersão (Visualização 3D)	3
Mapa de calor	1
Projeção Multidimensional (MDS)	1
Gráfico de linha	5

Fonte: Elaboração própria (2022).

## 4 MÉTODOS E METODOLOGIA

Atentando-se à necessidade da análise e visualização de dados florestais brasileiros a partir do sistema DOF-IBAMA, foi realizada uma revisão sistemática na literatura de técnicas de visualização e de análise de dados. Esta revisão teve como objetivo encontrar o estado atual do uso da análise exploratória e visualização nos dados de origem florestal. A partir do levantamento, foi então possível direcionar esforços para quais técnicas de visualização e modelos gráficos deveriam ser aplicados a fim de explorar os dados do sistema DOF.

A ferramenta tecnológica usada para a construção dos painéis foi o Power BI (Microsoft), por esta ser uma ferramenta voltada para a elaboração de relatórios gráficos e reunir uma documentação de fácil compreensão, além de um suporte técnico na comunidade que é acessível aos seus usuários, conforme salientado em (Microsoft, 2020; Niles *et al.*, 2019).

Ao longo do desenvolvimento do estudo, foram também implementados *dashboards* observando-se as técnicas de criação de interfaces gráficas de outras plataformas e trabalhos revisados da literatura, usando para esta tarefa diversas técnicas de visualização (baseadas em projeções hierárquicas, geométricas e tabelas) e modelos de gráficos tais como: gráfico de barra, gráfico de linha, gráfico de rosca, *treemap*, mapa geográfico, gráfico

de área, gráfico de dispersão, cartão, gráfico dirigido por força e tabela. O processo de limpeza de dados foi realizado na ferramenta Power Query para produzir as informações corretas, as medidas adicionais foram criadas por meio da programação *Data Analysis Expressions* (DAX) para expressar os indicadores necessários que não eram campos. O DAX é uma biblioteca de funções e operadores que podem ser combinados para criar fórmulas e expressões no Power BI (Microsoft, 2021).

Já com relação aos dados utilizados no estudo, estes compreenderam aos registros do sistema DOF do IBAMA coletados entre os anos de 2016 e 2018, e foram constituídos de subconjuntos (recortes) da base DOF, em razão do elevado volume de informações presente na base completa e pelo alto índice de exploração ilegal de madeira e crimes ambientais registrados pelas autoridades fiscalizadoras do meio ambiente no referido período. Além disso, optou-se por avaliar dois subconjuntos em particular, que compreendem os estados do Acre e de Rondônia, os quais concentram grande fluxo de exploração de madeira ao longo do período 2016-2018.

Os principais campos de dados avaliados foram: as empresas (CPF/CNPJ) de extração/produtoras de madeira, suas localizações (municípios e estados UF/Cidade), empresas que receberam esses produtos, as datas relacionadas aos documentos (datas de emissão e validade), especificação do produto, tipo de produto de madeira, espécie, respectivos volumes (metros cúbicos), preços desses produtos, entre outros campos de interesse.

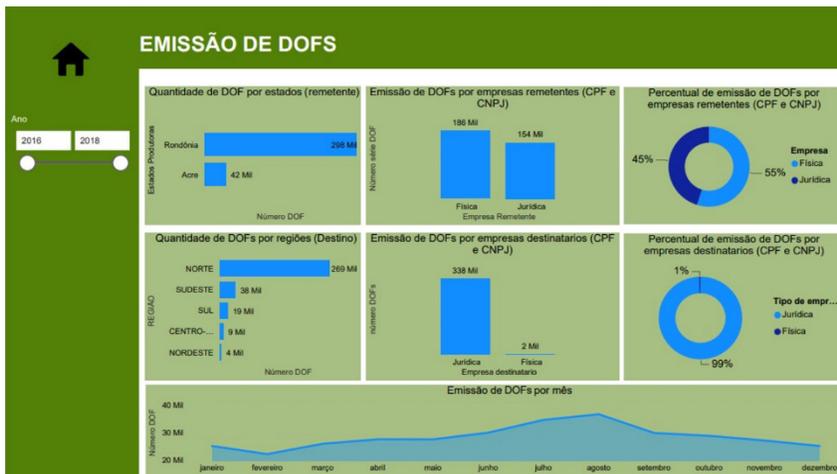
## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nesta Seção são apresentados os resultados obtidos na presente pesquisa, bem como os produtos gerados, em particular, a ferramenta interativa gráfica construída para a análise de dados florestais do sistema DOF do IBAMA.

## 5.1 FLUXOS DE ATIVIDADE MADEIREIRA NO ACRE E RONDÔNIA: 2016 A 2018

A Figura 1 apresenta a quantidade de Documentos de Origem Florestal (DOF) do IBAMA emitidos entre os anos de 2016 e 2018, organizados por Estados remetentes e de destino dos produtos madeireiros. Visando analisar o total de emissões de registros DOFs oriundas dos estados objetos-de-estudo, foi computado na primeira linha da Figura 1 um gráfico de barras (horizontal), que apresenta o número total de registros no período. Note que 298 mil registros DOF foram emitidos pelo estado de Rondônia, enquanto o estado do Acre contabilizou 42 mil DOFs. Já o primeiro gráfico da segunda linha sumariza o total de DOFs por destino da madeira e por região. Observe que a região Norte contou com um número maior de DOFs (269 mil), a seguir a região Sudeste, com 38 mil registros. Já a região Sul contabilizou 19 mil DOFs emitidos, contra 9 mil registros computados para a região Centro-Oeste. Finalmente, a região Nordeste do país é evidenciada como aquela que apresentou o menor índice de registros DOFs, totalizando 4 mil emissões no período.

**Figura 1:** Emissão de documento de origem florestal

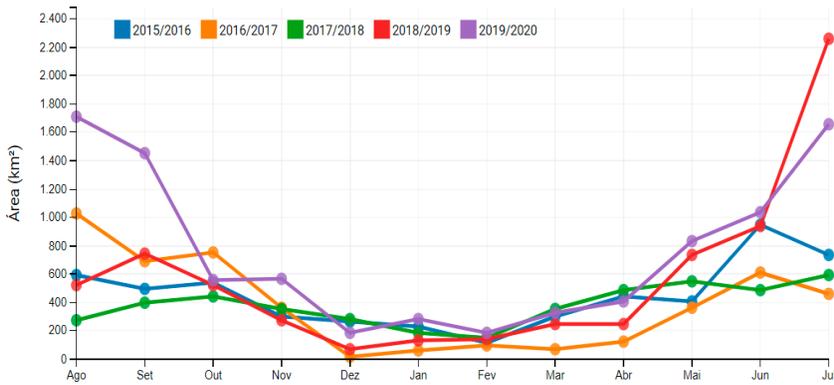


Fonte: Elaboração própria (2022).

Na sequência, na segunda linha da Figura 1, foram plotados os dados de registros DOF organizados por Pessoa Física (CPF) ou Jurídica (CNPJ). Para analisar as emissões de DOFs – empresas remetentes – foi traçado um gráfico de barra vertical, que apresenta um total de 186 mil registros emitidos para Pessoa Física, enquanto Pessoa Jurídica registraram 154 mil emissões de DOFs. Para Pessoa Jurídica e Pessoa Física – destinatários de transporte de produtos madeireiros –, foi também traçado um gráfico de barras, onde são exibidos números comparativos para cada categorial empresarial. Para Pessoa Física, foi obtido um total de 2 mil registros, e para Pessoa Jurídica, 338 mil registros. O painel ainda apresenta um gráfico “rosca”, sendo apresentado um percentual de emissão de DOFs para Pessoa Jurídica e Pessoa Física. Nota-se que há um percentual de 45% para Pessoa Jurídica, e 55% para Pessoa Física. Para empresas destinatárias, foram obtidos os seguintes percentuais: nas empresas destinatárias, 338 mil delas são Pessoa jurídica, o que representa 99 %, e 2 mil registros são Pessoa Física, o que representa 1%. Assim, Pessoas Jurídica são maioria na comercialização e transporte setor madeireiro.

Finalmente, no Painel da Figura 1, tem-se um gráfico de área, que explicita o total acumulado de DOFs no período de 2016 a 2018 somados em cada mês. Verificou-se que, nos meses de julho e agosto, houve um número maior de emissões de DOFS ao longo do período de 2016 a 2018. Isso pode estar diretamente relacionado com os meses observados para os maiores níveis de desmatamento registrados de acordo com o DETER (Gráfico 1).

**Gráfico 1:** Dados de desmatamento apresentados pelo projeto DETER nos biênios de 2015 a 2020



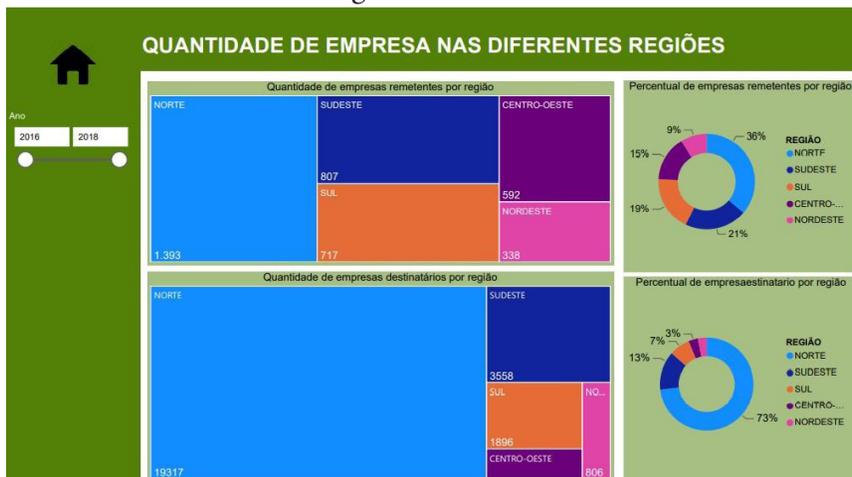
Fonte: <https://jornal.usp.br/ciencias/desmatamento-da-amazonia-dispara-de-novo-em-2020/> (2022).

A Figura 2 apresenta a quantidade de empresas remetentes e destinatárias. A primeira visualização (*tree maps*) apresenta, de forma hierárquica, a quantidade de empresas remetentes nas diferentes regiões. Nota-se que, na Região Norte, foi registrado um maior número de empresas, enquanto no Sudeste do Brasil, foram destacadas 807 empresas remetentes que operaram no setor madeireiro. Já no Sul, foi registrado um total de 717 empresas remetentes, no Centro-Oeste, 592 empresas, e no Nordeste, 338 empresas.

Na segunda visualização, do tipo *tree map*, são exibidas as quantidades de empresas destinatárias de transporte de produtos madeireiros. A região Norte apresentou 19.317 empresas, as regiões Sudeste e Sul reuniram 3.558 e 1.896 empresas, respectivamente, a região Centro-Oeste operou a partir de 861 diferentes empresas destinatárias, e finalmente, a região nordeste concentrou o menor número de registros, com 806 empresas destinatárias no transporte de carga de madeira. No painel, são também apresentados os percentuais de empresas remetentes em cada região: Norte 36%; Sudeste 21%; Sul 19%; Centro-Oeste 15%; e Nordeste 9%. Nota-se um maior destaque da região Norte. Para empresas destinatárias, são

registradas os seguintes percentuais: Norte 73%; Sudeste 13%; Sul 7%; Centro-Oeste 3,26%; e Nordeste 3,05%.

**Figura 2:** Quantidade de empresas remetentes e destinatários de produtos madeireiros nas diferentes regiões do Brasil entre os anos 2016 e 2018



Fonte: Elaboração própria (2022).

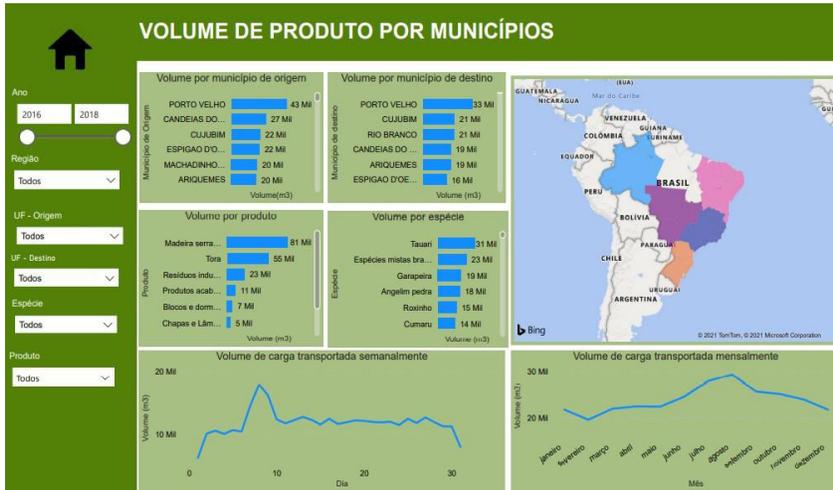
Na Figura 3, é apresentado um painel com o título “Painel volume de produto por municípios”, com os seguintes filtros de interação: ano, região, Estados de origem e destino, produto e suas respectivos espécies.

O gráfico de barras sumariza o volume de produtos dos seis municípios de origem com maior número de emissões, onde é possível notar que o município com maior volume de produtos foi Porto Velho. Além disso, podemos observar que o município de destino com o maior volume de recebimento de produtos foi, também, Porto Velho. Ainda no mesmo painel, é apresentado um mapa geográfico das regiões (Municípios/Estados) receptoras de produtos transacionados.

Na parte inferior do painel, pode ser visualizar um gráfico de série temporal. Nota-se que, no primeiro gráfico, é mostrada a variação de transporte de produtos por volume cúbicos por semana; foi registrado maior frequência no transporte de carga no 8º dia do mês. Já no gráfico à direita, na

parte inferior do painel, são exibidas as variações de transporte de produtos anualmente, sendo as variações mais elevadas registradas nos meses de julho e agosto. Tais variações máximas coincidem com os meses em que houve os maiores níveis de desmatamento na Amazônia, tal como já ilustrado no Gráfico 1, podendo ambos os eventos estarem relacionados entre si.

**Figura 3:** Volume de produtos por municípios



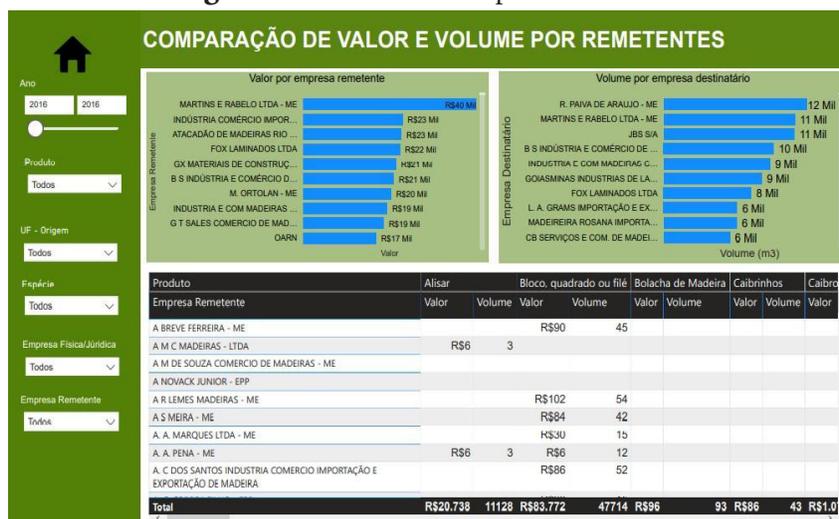
Fonte: Elaboração própria (2022).

A Figura 4 apresenta uma comparação de preços e volumes de produtos por empresas remetentes. O gráfico de barras exhibe o valor por empresa remetente, sendo a empresa remetente com o valor mais alto na comercialização a empresa Martins e Rabelo Ltda. ME, como valor de R\$ 40 mil na comercialização de produtos madeireiros. Já com relação ao volume de produtos por empresa destinatária, tem-se em destaque a empresa destinatária R. Paiva de Araújo - ME com 12 mil m<sup>3</sup> de produtos transportados.

Já a tabela apresentada no painel realiza uma comparação de produtos comercializados por cada empresa remetente, com seus respectivos preços e volume. Nesse caso, pode-se notar que algumas empresas remetentes comercializaram o mesmo produto por preços diferentes. Neste caso, destacam-se os seguintes fatores como possibilidade para essa divergência: tipo

de espécie de madeira; que serve para gerar o produto beneficiado, a distância entre o pátio de armazenamento e as unidades de serraria e unidades de beneficiamento; os preços tendem a ser mais altos; tipos de veículos de carga no transporte de produtos madeireiros.

**Figura 4:** Volume e valor por remetentes



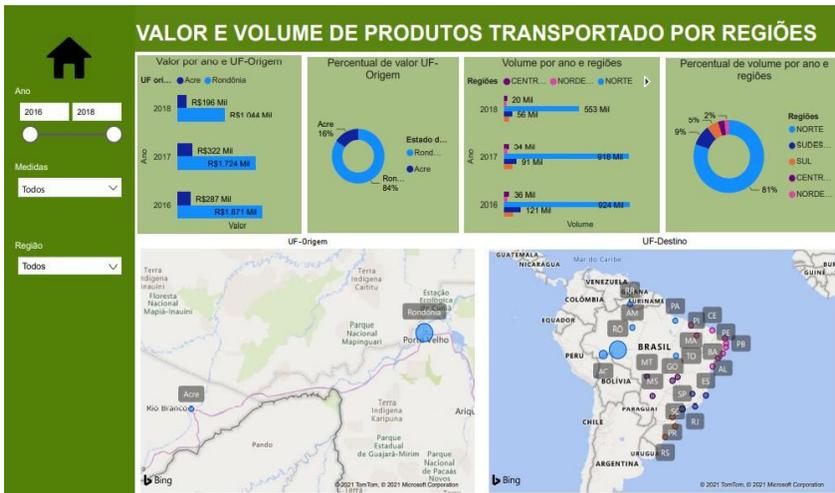
Fonte: Elaboração própria (2022).

O *dashboard* representado na Figura 5 ilustra o valor comercializado e o volume total de madeira transportada pelos Estados produtores. O gráfico do tipo barras sumariza os Estados de origem, de produtos madeireiros, entre os anos 2016 e 2018. A partir dos dados compilados, percebe-se que, ao longo de três anos, o Estado de Rondônia teve maior produção e comercialização de produtos madeireiros, e o ano com maior produção foi 2016, cuja produção foi de R\$ 1.871 mil. Já o Estado do Acre (no ano de 2017) teve uma produção e comercialização de produtos madeireiros no total de R\$ 322 mil. Além disso, o percentual de produção nos anos de 2016 a 2018 no Estado do Acre atingiu 16%.

O gráfico de barras à direita do painel destaca o volume de produto por ano nos Estados destinatários de produtos madeireiros. Neste caso, a

comparação de volume dos produtos foi analisada por região; notou-se que os principais destinos da madeira foram as regiões Norte, Sudeste e Sul. A percentagem de volume entre os anos 2016 e 2018 foi de 81% para região Norte; a região Sudeste contou com uma percentagem de 9% de volume, e a região Sul atingiu 5%.

**Figura 5:** Valor e volume de comercialização e transporte de produtos por estados produtores e consumidores entre os anos de 2016 e 2018



Fonte: Elaboração própria (2022).

Finalmente, os mapas na parte inferior do painel da Figura 5 apresentam a distribuição de produtos para diferentes pontos. No mapa de UF-origem, é mostrado o Estado de Rondônia, destacado por uma bolha maior do que aquela referente ao Estado do Acre, o que significa que o Estado de Rondônia teve maior produção comparado ao Estado do Acre, entre os anos de 2016 e 2018. Além disso, como medida comparativa entre os estados, tem-se a seguinte relação: quanto maior é a bolha, maior é o fluxo na transação de produtos. Para o mapa de UF-Destino, são apresentados os estados receptores de produtos madeiros. Neste caso, destacam-se os Estados de Rondônia e do Acre, onde tem-se as seguintes distribuições: 84% (cor azul-claro - Rondônia) e 16% (cor azul-escuro - Acre).

Já na Figura 6 (primeira linha) tem-se o faturamento médio agrupado por cada tipo de produto madeireiro nativo (de 2016 a 2018), enquanto o gráfico da última linha apresenta o volume agregado por tipo de produto madeireiro na soma de cada mês. A partir do último gráfico, observa-se que a madeira serrada bruta é o tipo dominante em termos de volume transacionado, seguido pela tora.

**Figura 6:** Faturamento de produto agrupado por região



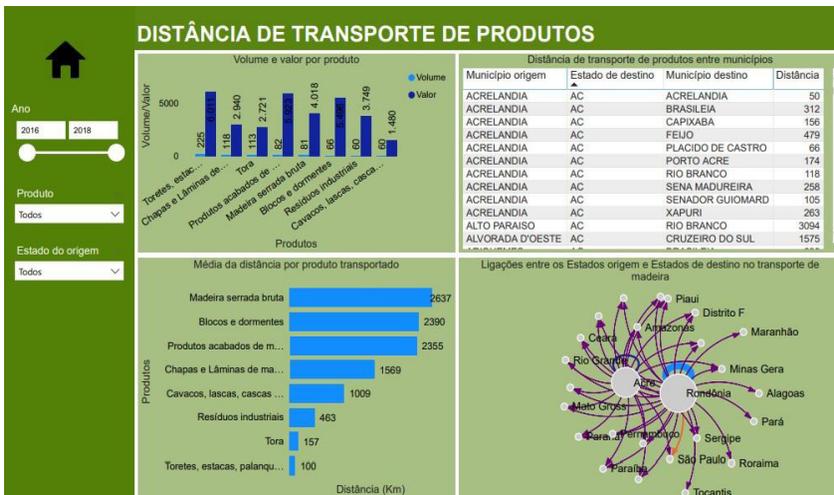
Fonte: Elaboração própria (2022).

Na Figura 7 é apresentado um painel das distâncias percorridas no transporte da carga de produtos madeireiros. O painel foi gerado pelos seguintes filtros: ano, produto, e estados de origem. No lado esquerdo superior do painel, foi traçado um gráfico de barras que mostra o valor por produtos. No gráfico de barras à esquerda na parte inferior do painel, é apresentada a média da distância dos tipos de produtos madeireiros que foram transportados, em que é possível concluir que toretes, estacas, palanques e toras de madeira tem sido os produtos transportados a distâncias menores.

No lado direito superior do painel, há uma tabela que lista as distâncias entre os municípios origem e destino no transporte de produtos

madeireiros. Já no lado direito inferior, é apresentado um grafo direcionado, onde os vértices são Estados / Municípios, e as arestas são preço / distância, ou ainda, o custo do transporte. O grafo permite visualizar o relacionamento entre diferentes variáveis categóricas, ligando os Estado de origem aos de destino no transporte de madeira. Assim, vê-se a partir do arco azul, que liga ambas as extremidades nos mesmos vértices, que há municípios produtores e destinatários, que extraem produtos madeireiros, e comercializam no mesmo estado.

**Figura 7:** Distância de transporte de produtos



Fonte: Elaboração própria (2022).

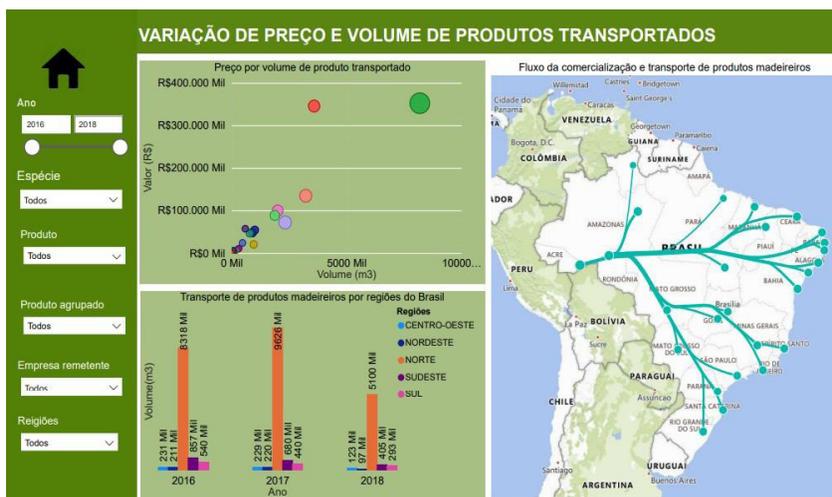
Para além de produtos transportados localmente, a Figura 8 apresenta um painel composto por um mapa de fluxo e um gráfico de barras, o qual evidencia que o transporte de produtos é praticado em todas as regiões do país. Notou-se que as regiões com maior número de registros são as regiões Nordeste, Norte e Sul, entre 2016 e 2018.

Na Figura 8, tem-se ilustrado um painel contendo a relação entre o valor e o volume do produto transportado. O painel é constituído pelos filtros: ano, espécie, produto, produto agrupado e empresa remetente. Além disso, ele é composto por um gráfico de dispersão, que estabelece

a relação de preço e volume do produto comercializado e transportado. A partir das visualizações construídas, notou-se que alguns pontos com grande volume de madeira foram registrados à preços significativamente baixos, bem como pequenos volumes de cargas transportadas com preços extremamente elevados. Estes acontecimentos podem ser explicados em razão de algumas espécies de árvores nobres e protegidas apresentarem maior valor quando comercializadas no mercado.

No entanto, com o objetivo de encontrar possíveis irregularidades, pesquisou-se os locais onde volumes excepcionalmente baixos e preços extremamente altos foram declarados nos documentos do DOF. Ao explorar esses documentos, constatou-se que a mesma empresa declarou todos os registros, o que pode ser indício de algum tipo de irregularidade ou de documentos preenchidos de forma incorreta. Este é um caso real de análise direcionada por dados, em que uma verificação a partir de outros dados, ou ainda, uma inspeção de terreno poderia ser realizada de forma adequada a fim de dirimir dúvidas sobre a questão.

**Figura 8:** Relação entre o valor e o volume



Fonte: Elaboração própria (2022).

Ainda com relação à distância no transporte de produtos madeireiros, no âmbito das Figuras 8 e 9, estas mostraram como o custo de transporte pode variar de acordo a distância, a localização do pátio e dos centros de consumo. Quanto mais longa for a viagem, maior será o custo unitário por volume de madeira transportada.

Outro ponto a ser salientado é que há vários fatores que podem estar relacionados com o transporte de cargas de madeira, tais como: os tipos de veículos, a distância de transporte, o valor unitário da carga, as condições em que se encontra a malha rodoviária, o tempo de espera para embarque e desembarque, a capacidade máxima de carga em volume que o veículo carrega, condições locais e regionais, entre outros fatores. Portanto, não é uma tarefa trivial realizar uma investigação completa apenas a partir da análise de documentos do tipo DOF, podendo exigir o emprego de diferentes recursos e cruzamentos de fontes adicionais de dados e informações de campo.

## **6 CONCLUSÃO**

Este trabalho teve como objetivo realizar uma Análise Exploratória de Dados Florestais do IBAMA. Focou-se na exploração e visualização de dados referentes aos Estados de Rondônia e Acre, no período de 2016 a 2018.

Através da revisão sistemática de literatura e do levantamento de requisitos realizado, chegou-se à escolha de quais modelos gráficos e ferramentas de visualização seriam mais adequadas para a exploração dos dados da base DOF-IBAMA. Em particular, a pesquisa empregou diferentes estratégias e ferramentas de Visualização e Análise de Dados aplicadas à dados florestais.

A partir da análise dos dados coletados, a pesquisa apontou o Estado de Rondônia como aquele que atingiu o maior número de emissões DOFs 298 mil, além de classificar a região Norte do país como sendo aquela que emitiu maior número de registros de destino, 269 mil. Com base nos

dados explorados, foi possível constatar que as regiões com maiores quantidades de empresas remetentes e destinatárias encontram-se, também, na região Norte. Quanto à natureza das empresas, foi possível concluir que as pessoas jurídicas são aquelas que predominam dentro do setor madeireiro.

Com relação aos produtos analisados, a tora foi considerada como o produto florestal bruto que obteve o maior montante em termos de registros, de R\$ 2.652 mil, equivalendo à 827 mil m<sup>3</sup> na comercialização e transporte entre 2016-2018. Já a madeira serrada (tábua) figura como sendo o segundo produto mais comercializado, com um valor total agregado de R\$ 727 mil, e um volume correspondendo à 394 mil m<sup>3</sup>.

Para os produtos agrupados, foram considerados: madeira serrada bruta; produtos acabados de madeiras; blocos e dormentes; resíduos industriais; cavacos, lascas, cascas e rachas; tora. Dentre esses, a madeira serrada bruta apresentou o maior valor na comercialização, R\$ 2.652 mil seguido de tora, com um valor R\$ 1.527 mil, ao longo dos anos de 2016-2018.

## REFERÊNCIAS

- ADRIANA, L. Floresta amazônica. *Educa + Brasil*, 2018. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/geografia/floresta-amazonica>. Acesso em: 15 mar. 2022.
- AZEVEDO, A. A. *et al.* Commodity production in Brazil: Combining zero deforestation and zero illegality commodity production in Brazil. *Elementa: Science of the Anthropocene*, Oakland, v.3, 2015.
- BEZERRA, M. H. de M.; MORGADO, R. P. *Dados abertos em clima floresta e agricultura uma análise da abertura de bases de dados federais (2017-2020)*. Piracicaba, SP: Imaflora, 2017. Disponível em: [https://www.imaflora.org/public/media/biblioteca/1592504683-perspectiva\\_dados\\_abertos\\_ambientais\\_final.pdf](https://www.imaflora.org/public/media/biblioteca/1592504683-perspectiva_dados_abertos_ambientais_final.pdf). Acesso em: 14 mar. 2022.
- BRAGA, O. De quem é a Amazônia? *Amazonas Atual*, 2020. Disponível em: <https://amazonasatual.com.br/de-quem-e-a-amazonia/>. Acesso em: 15 mar. 2022.
- BRASIL. Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências*. Brasília, 1981. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm). Acesso em: 10 mar. 2022.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Global forest resources assessment 2015. *FAO Forestry Paper*, n.1, 2015. Disponível em: <https://www.unclearn.org/wp-content/uploads/library/a-i4793e.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE lança o mapa de biomas do Brasil e o mapa de vegetação do Brasil, em comemoração ao Dia Mundial da Biodiversidade. *IBGE Notícias*, 2004. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/12789-asi-ibge-lanca-o-mapa-de-biomas-do-brasil-e-o-mapa-de-vegetacao-do-brasil-em-comemoracao>. Acesso em: 5 mar. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). *Lei 12651, de 25 de maio de 2012*. Brasília, 2012. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=127249>. Acesso em: 10 mar. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). *Documento de Origem Florestal (DOF)*. Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/flora-e-madeira/dof/o-que-e-dof>. Acesso em: 1 mar. 2022.

KURNIAWAN, C.; ROSMANSYAH, Y.; DABARSYAH, B. A systematic literature review on virtual reality for learning. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON WIRELESS AND TELEMATICS (ICWT)*, 5. *Proceedings* [...]. Yogyakarta, Indonesia: IEEE, 2019. p.1-4. Disponível em: 10.1109/ICWT47785.2019.8978263. Acesso em: 5 mar. 2022.

LEME, J. V.; CASACA, W.; COLNAGO, M.; DIAS, M. A. Towards assessing the electricity demand in Brazil: Data-driven analysis and ensemble learning models. *Energies*, Basel, v.13, n.6, 2020.

LUEMBA, M. E.; KUNZAYILA, N; CASACA, W. Exploratory analysis and visualization of Brazilian forest data from the forest document system of the Brazilian Institute of the Environment. *In: GERVASI, O. et al. Computational Science and Its Applications – ICCSA 2021*. New York: Springer, 2021. (Lecture Notes in Computer Science, v.12953). Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-86976-2\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-86976-2_10). Acesso em: 5 mar. 2022.

MARTIN, R. M. Deforestation, land-use change and REDD. *Unasylva*, Roma, v.59, n.230, p.3-11, 2008. Disponível em: <http://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/8434/Deforestation,%20land-use%20change%20and%20REDD.pdf?sequence=1>. Acesso em: 10 mar. 2022.

MICROSOFT. *Referência de DAX (Data Analysis Expressions)*. Albuquerque (NM), 2021. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-br/dax/dax-overview>. Acesso em: 12 mar. 2022.

- MICROSOFT. *Tipos de visualização no Power BI*. Albuquerque (NM), 2020. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-br/power-bi/visuals/power-bi-visualization-types-for-reports-and-q-and-a>. Acesso em: 12 mar. 2022.
- MONTAÑO, J. *DOF – Documento de Origem Florestal*. Ambientest, 2016.
- NEPSTAD, D. *et al.* Slowing amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. *Science*, New York, v.344, n.6188, p.1118-1123, 2014. Disponível em: [http://earthinnovation.org/wp-content/uploads/2014/10/2014-SlowingDef\\_Nepstad\\_Science.pdf](http://earthinnovation.org/wp-content/uploads/2014/10/2014-SlowingDef_Nepstad_Science.pdf). Acesso em: 14 mar. 2022.
- NILES, K. D. *et al.* *Trade analysis visualization comparisons*. Vicksburg, MS, ERDC, 2019. (ERDC/ITL SR-19-15). Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD1078751.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2022.
- PAULA, M.; COLNAGO, M; FIDALGO, J. N.; CASACA, W. Predicting long-term wind speed in wind farms of northeast Brazil: a comparative analysis through machine learning models. *IEEE Latin America Transactions*, Washington, v.18, n.11, p.2011-2018, Nov. 2020. Disponível em: 10.1109/TLA.2020.9398643. Acesso em: 14 mar. 2022.
- SAMVELYAN, A.; SHAPTALA, R.; KYSELOV, G. Exploratory data analysis of Kyiv city petitions. *In: IEEE International Conference on System Analysis & Intelligent Computing (SAIC), 2. Proceedings [...]*. Kyiv, Ukraine: IEEE, 2020. p.1-4. Disponível em: 10.1109/SAIC51296.2020.9239185. Acesso em: 14 mar. 2022.
- SAPUCCI, G. R.; NEGRI, R. G.; CASACA, W.; MASSI, K. G. Analyzing spatio-temporal land cover dynamics in an Atlantic Forest portion using unsupervised change detection techniques. *Environmental Modeling & Assessment*, Dordrecht, v.26, p.581-590, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10666-021-09758-6>. Acesso em: 14 mar. 2022.
- SCABIN, A. B. *et al.* *Exploração ilegal de madeira no arquipélago de Anavilhanas (Amazônia Central): variáveis humanas que determinam a distribuição espacial da exploração e efeitos estruturais sobre os táxons mais explorados*. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2010.
- ZHANG, M. *et al.* Uncertainty-oriented ensemble data visualization and exploration using variable spatial spreading. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, Piscataway, v.27, n.2, p.1808-1818, Feb. 2021. Disponível em: 10.1109/TVCG.2020.3030377. Acesso em: 14 mar. 2022.