

Aplicações da Linguagem R em Análises de Vegetação

Écio Souza Diniz
Pedro Manuel Villa
(Organizadores)

Aplicações da Linguagem R em Análises de Vegetação

Écio Souza Diniz
Pedro Manuel Villa
(Organizadores)

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

A642 Aplicações da linguagem R em análises de vegetação [recurso eletrônico] / Organizadores Écio Souza Diniz, Pedro Manuel Villa. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-86002-35-5

DOI 10.22533/at.ed.355200903

1. Desenvolvimento sustentável. 2. R (Linguagem de programação de computador). 3. Recursos vegetais – Manejo. I. Diniz, Écio Souza. II. Villa, Pedro Manuel.

CDD 333.7511

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Os diferentes tipos de vegetação ao redor do globo, principalmente as florestas tropicais, se destacam por fornecer importantes bens e serviços ecossistêmicos para a humanidade como, por exemplo, regulação climática, provisão de alimentos e diversas fontes de energia. Contudo, as crescentes e rápidas mudanças no meio ambiente causadas por sua intensa exploração no século 21 têm promovido reduções drásticas de importantes vegetações distribuídas em distintos Biomas. O Brasil como um país de dimensão continental e rico em recursos vem atravessando profundas transformações em seus Biomas, o que é destacadamente devido aos usos intensos da terra sem técnicas adequadas de manejo para a sua exploração.

Diante desse panorama de significativas transformações do meio natural, se faz necessário e urgente o estudo de diferentes tipos de comunidades vegetais e ecossistêmicas para definir estratégias de manejo e conservação, assim como pesquisas que visem a otimização de produções agrícolas de forma sustentável. A união de compreensão ecológica precisa e adequadas técnicas de manejo permitem uma exploração sustentável a longo-prazo dos recursos vegetais, assegurando manutenção de diversidade e provisões para o futuro.

A execução de estudos robustos para alcançar essa interface entre conservação e exploração demanda o uso de eficientes ferramentas analíticas. Dentre essas ferramentas, as linguagens de programação têm se sido importantes aliadas para obtenções de predições e resultados estatísticos confiáveis e informativos. A linguagem contida no software R é a mais amplamente utilizada para processamento de dados e análises de vegetação. O R engloba diversos pacotes importantes para análises de dados de plantas em diversos contextos ecológicos e agrários. Com seus diversos pacotes, o R permite a busca mais apurada pela compreensão de padrões e processos ecológicos, avaliação de impactos antrópicos sobre vegetação, monitoramentos e previsões de condições do solo para plantios e predições de efeitos de mudanças climáticas em florestas. Essa gama de possibilidades analíticas amplifica o acerto em tomadas de decisão com relação ao uso dos nossos recursos naturais de forma geral.

Este livro tem como objetivo trazer uma compilação de algumas potencialidades do software R para análise de vegetação, contribuindo para o aumento da capacidade técnica de diversos profissionais das áreas de Ciências da Terra ou Naturais no uso dessa poderosa ferramenta analítica. Para tal, os capítulos aqui presentes discorrem de forma aplicada sob temas em contextos ecológicos e agrários. Todos os capítulos possuem links de compartilhamento livre de dados e scripts com códigos para execução das análises que eles abordam no R. Assim, desejamos que o conteúdo aqui presente auxilie você leitor (a) em sua tarefa analítica, amplificando a obtenção de resultados informativos e potenciais de aplicação prática.

Écio Souza Diniz
Pedro Manuel Villa

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
BIOVEG – A PROTOCOL TO LEARN AND TEACH STATISTICS IN R USING VEGETATION DATA	
Écio Souza Diniz Jan Thiele	
DOI 10.22533/at.ed.3552009031	
CAPÍTULO 2	11
RAREFACTION AND EXTRAPOLATION OF SPECIES DIVERSITY DURING NEOTROPICAL FOREST SUCCESSION: AN R ROUTINE USING INEXT PACKAGE	
Pedro Manuel Villa Sebastião Venâncio Martins Écio Souza Diniz Antonio J. Pérez-Sánchez Gustavo Heringer Alice Cristina Rodrigues Daniela Schmitz Júnia Maria Lousada Herval Junior Pinto Andreza Viana Neri	
DOI 10.22533/at.ed.3552009032	
CAPÍTULO 3	20
PHYTOSOCIOLOGY IN R: A ROUTINE TO ESTIMATE PHYTOSOCIOLOGICAL PARAMETERS	
Gustavo Heringer Pedro Manuel Villa Andreza Viana Neri	
DOI 10.22533/at.ed.3552009033	
CAPÍTULO 4	30
ANÁLISE DE DADOS DE DESMATAMENTO COM R: VISUALIZAÇÃO INTERATIVA COM SHINY	
Carlos Eduardo Cardoso Mauricio Evandro Eloy João Paulo Martins dos Santos Alessandro Firmiano de Jesus	
DOI 10.22533/at.ed.3552009034	
CAPÍTULO 5	43
AVALIAÇÃO DE GRADIENTE PEDOAMBIENTAL USANDO ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA) NA ANTÁRTICA MARÍTIMA	
Daniela Schmitz Pedro Manuel Villa Carlos Ernesto G.R. Schaefer Márcio Rocha Francelino	
DOI 10.22533/at.ed.3552009035	

CAPÍTULO 6	56
DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE FATORES AMBIENTAIS E ATRIBUTOS FLORESTAIS USANDO ROTINAS NO R	
Alice Cristina Rodrigues	
Pedro Manuel Villa	
Andreza Viana Neri	
DOI 10.22533/at.ed.3552009036	
CAPÍTULO 7	69
SPATIAL RELATIONSHIP BETWEEN SOIL AND PHYTOSOCIOLOGICAL INDICATORS OF ECOLOGICAL RESTORATION IN AN ATLANTIC FOREST SITE	
Camila Santos da Silva	
Marcos Gervasio Pereira	
Rafael Coll Delgado	
Emanuel José Gomes de Araújo	
Cristiane Figueira da Silva	
Daniel Costa de Carvalho	
Shirlei Almeida Assunção	
Israel Oliveira Ramalho	
Deyvid Diego Carvalho Maranhão	
Ariovaldo Machado Fonseca Junior	
DOI 10.22533/at.ed.3552009037	
CAPÍTULO 8	82
MODELAGEM ESPACIALIZADA DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL EM ÁREA DE REFLORESTAMENTO POR MEIO DO PACOTE AGRIWATER EM AMBIENTE R	
César de Oliveira Ferreira Silva	
Pedro Henrique Jandreice Magnoni	
DOI 10.22533/at.ed.3552009038	
CAPÍTULO 9	96
IMPACTO DO FOGO NO BANCO DE SEMENTES DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL ALTOMONTANA NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MG	
Júnia Maria Lousada	
Pedro Manuel Villa	
Gustavo Heringer	
Sebastião Venâncio Martins	
DOI 10.22533/at.ed.3552009039	
CAPÍTULO 10	110
EFFECTS OF SPATIAL SCALE ON PEQUI ENTOMOFAUNA	
Gustavo Amorim Santos	
Deomar Plácido da Costa	
Suzana da Costa Santos	
Pedro Henrique Ferri	
DOI 10.22533/at.ed.35520090310	
CAPÍTULO 11	122
PIPELINE DE EXPRESSÃO DIFERENCIAL EM R APLICADO À <i>Arabidopsis thaliana</i>	
Sheila Tiemi Nagamatsu	
Lucas Miguel de Carvalho	

Luciana Souto Mofatto
Nicholas Vinícius Silva
Marcelo Falsarella Carazzolle
Gonçalo Amarante Guimarães Pereira

DOI 10.22533/at.ed.35520090311

CAPÍTULO 12 138

MODELAGEM DE CRESCIMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR E CANA ENERGIA SOB O ESTÍMULO DE REGULADOR DE CRESCIMENTO

Luís Guilherme Furlan de Abreu
Lucas Miguel de Carvalho
Maria Carolina de Barros Grassi
Gonçalo Amarante Guimarães Pereira

DOI 10.22533/at.ed.35520090312

CAPÍTULO 13 150

INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO POR FLAVONOIDE NO CRESCIMENTO DE CLONES COMERCIAIS DE *E. urophylla* e *E. urograndis*

Nicholas Vinícius Silva
Luciana Souto Mofatto
Mariana Teixeira Rebouças
Lucas Miguel de Carvalho
Sheila Tiemi Nagamatsu
Marcelo Falsarella Carazzolle
Jorge Lepikson Neto
Gonçalo Amarante Guimarães Pereira

DOI 10.22533/at.ed.35520090313

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 166

ÍNDICE REMISSIVO 167

ANÁLISE DE DADOS DE DESMATAMENTO COM R: VISUALIZAÇÃO INTERATIVA COM SHINY

Data de aceite: 12/02/2020

Carlos Eduardo Cardoso

Academia da Força Aérea
Pirassununga-SP

Mauricio Evandro Eloy

Academia da Força Aérea
Pirassununga-SP

João Paulo Martins dos Santos

Academia da Força Aérea
Pirassununga-SP

Alessandro Firmiano de Jesus

Academia da Força Aérea
Pirassununga-SP

RESUMO: O uso do software R tem crescido nos últimos anos, especialmente em trabalhos envolvendo processamento de dados e análises estatísticas. Seu dinamismo e robustez permitem uma análise detalhada de diferentes tipos de situações e, em muitos casos, a interação entre o desenvolvedor do projeto e o usuário final. Neste trabalho serão apresentadas algumas ferramentas para a realização de análises estatísticas usando o R com dados sobre o desmatamento da Amazônia Legal. Essa base apresenta as áreas de desmatamento, em km², no período de 2004 a 2019. Os resultados estão concentrados na análise exploratória de dados e na visualização interativa por meio de

aplicativos.

PALAVRAS-CHAVE: R. Análise Exploratória. Shiny. Desmatamento.

DEFORESTATION DATA ANALYSIS WITH R: SHINY INTERACTIVE VIEWING

ABSTRACT: The use of R software has increased in recent years, especially in works involving data processing and statistical analysis. Its dynamism and robustness allow a detailed analysis of different types of situations and, in many cases, the interaction between the project developer and the end user. In this paper we will present some tools for performing statistical analyzes using R with data on deforestation of the Legal Amazon. This database presents the deforestation areas, in km², from 2004 to 2019. The results are concentrated in exploratory data analysis and interactive visualization through applications.

KEYWORDS: R. Exploratory Analysis. Shiny. Deforestation.

1 | INTRODUÇÃO

O uso do software R vem crescendo entre profissionais da área de estatística, cientistas de dados e pesquisadores ao longo dos últimos anos, conforme evidenciado pelos dados da

figura 1. Essa evidência é corroborada pela disponibilidade de 15.286 pacotes (R Core Team, 2018). Detalhes adicionais sobre a disponibilidade de pacotes com uma extensa lista contemplando diversas áreas do conhecimento podem ser encontrados em (R Development Core Team, 2019).

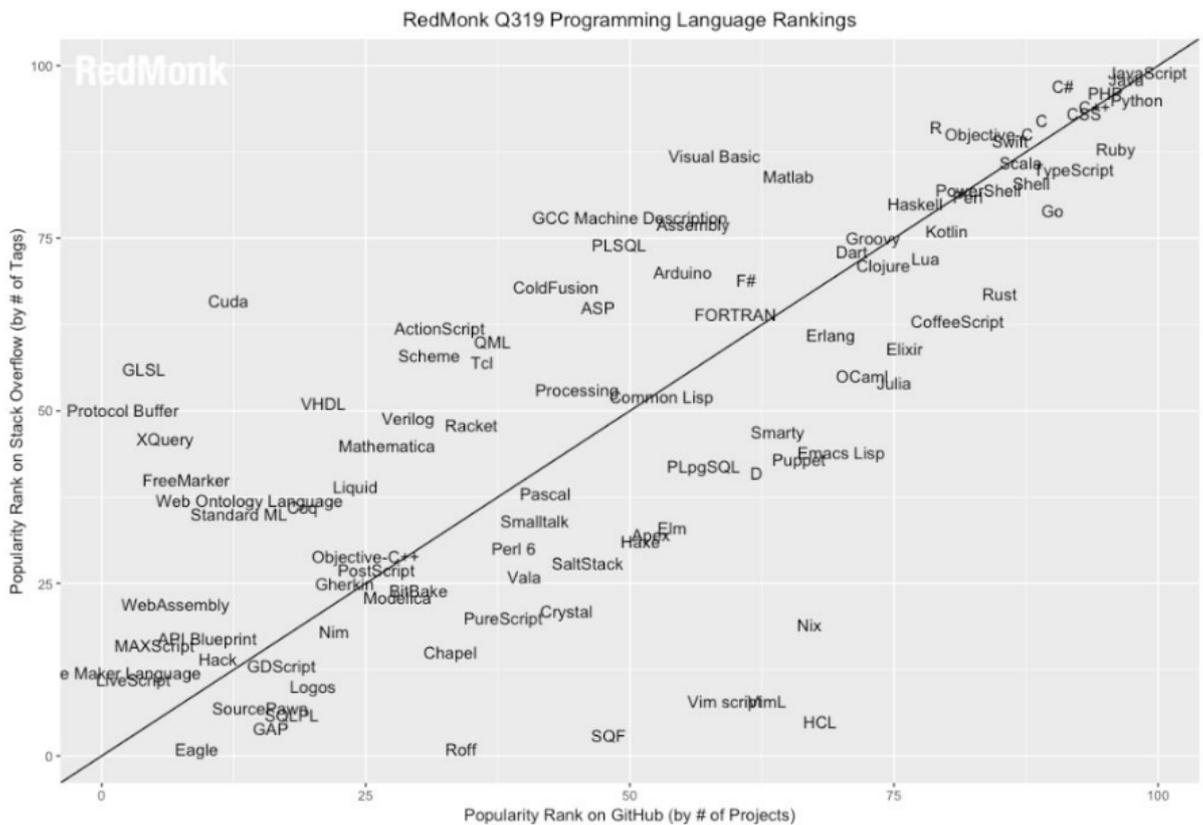


Figura 1: Uso do R como linguagem de programação. Fonte: The RedMonk Programming Language Rankings.

A disponibilidade de pacotes associada à facilidade de instalação, auxilia na expansão do uso do software R tanto no ambiente acadêmico como no ambiente corporativo. Estatística descritiva, teste de hipóteses, modelos de regressão (linear e não linear) e ANOVA, por exemplo, juntamente com a capacidade de visualização de resultados do ggplot2 (WICKHAM, 2018) são algumas tarefas que podem ser executadas no ambiente R.

A interatividade no R pode ser adicionada por meio do uso do pacote Shiny (CHANG et al., 2019), o qual possibilita a construção de interfaces, que serão denominadas aplicativos (*apps*) interativos.

O objetivo é apresentar alguns pacotes para uma análise exploratória dos dados, utilizar mapas de desmatamento ao longo dos últimos anos na região da Amazônia Legal e construir *apps* interativos para descrever, analisar os dados coletados e fazer previsões de áreas de desmatamento para os próximos anos. Os dados públicos analisados fazem referência ao desmatamento nessa área no período de 2004 a 2019.

A análise estatística básica combinada com a apresentação gráfica dinâmica

possibilita uma visão mais ampla para caracterizar o fenômeno do desmatamento. Dentre os impactos causados pelo desmatamento destacam-se perdas de serviços e bens ecossistêmicos e até mesmo mudanças climáticas como, por exemplo, o aumento da frequência do fenômeno EL Niño (FEARNSIDE, 2006). Os resultados numéricos e as representações gráficas, incluindo os *apps*, mostram a evolução das áreas desmatadas. A visualização gráfica interativa permite traçar o perfil da evolução desse problema. Dessa forma, proporciona a construção mais coerente de argumentos para a descrição do fenômeno e, por consequência, permite inferir o tratamento dado à questão principalmente quanto à conscientização social e às políticas públicas de combate ao desmatamento. A seguir, será apresentada uma breve descrição dos pacotes utilizados bem como os resultados numéricos e gráficos.

2 | OS PACOTES GGPLOT2, LEAFLET, FORECAST E SHINY

Conforme ilustrado em (R Development Core Team, 2019), o software R trabalha com diferentes tipos de pacotes que podem ser instalados e carregados de acordo com a necessidade do usuário. Alguns desses pacotes serão aqui destacados em razão da sua eficiência e aplicabilidade.

2.1 GGPLOT2

O *ggplot2* é o principal pacote gráfico do R. É um dos membros centrais do pacote *tidyverse* (WICKHAM, 2017). Com o *ggplot2* é possível criar gráficos mais elegantes e versáteis (WICKHAM, 2018).

2.2 LEAFLET

O pacote *Leaflet* (CHENG et al., 2018) permite a criação de mapas interativos diretamente no R. Trata-se de uma biblioteca JavaScript que produz gráficos com diferentes interfaces e permite a interação com o usuário por meio das funções que carrega.

2.3 FORECAST

No pacote *Forecast* (HYNDMAN, et al., 2019) um modelo ARIMA para séries temporais pode ser obtido por meio da busca automática dos parâmetros. Este pode ser utilizado para realizar previsões e evidenciar o processo de desmatamento para os próximos anos.

2.4 SHINY

Finalmente, o pacote *shiny* (CHANG et al., 2019) permite a criação dos

chamados *apps*: aplicativos interativos em R para navegadores (SCHMULLER, 2018). Esses *apps* tornam possível o compartilhamento de dados e análises que podem ser prontamente executados. Vale ressaltar que a utilização de um *app* shiny está associado à execução do software R.

3 | ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS

Os dados coletados para a realização dessas análises são provenientes do projeto PRODES que monitora as áreas de desmatamento na Amazônia Legal através de imagens de satélite. Entende-se como Amazônia Legal uma área, de aproximadamente, 5.217.423 km² e que engloba os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e Maranhão. Os dados utilizados estão disponíveis no site:

<http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>.

Com base nesses dados coletados via satélite, o governo brasileiro estabelece políticas públicas para combater o desmatamento nessa região.



Figura 2: Amazônia Legal usando o pacote LeafLet

A Figura 2 ilustra um exemplo de mapa gerado com o pacote Leaflet e destaca os estados com compreendem a Amazônia Legal. É possível efetuar a visualização de níveis detalhados, ou seja, uma visualização tanto ao nível do país (ex: Brasil), quanto dos níveis de estado, cidade, bairro, etc. É possível também a criação de *popups*, que são pequenas janelas contendo informações sobre cada localidade, desde que estejam na base de dados.

3.1 Análise descritiva

Segundo Schmuller (2019, p.9) a estatística usa os números para a tomada de decisões. Para tanto, descrever os dados é uma parte importante desse processo. Essa análise inicial permite olhar para um grande conjunto de dados de forma mais específica, analisando seu comportamento e identificando tendências. Com o comando *summary* no R, é possível realizar uma estatística básica dos dados coletados. A base de dados é apresentada na Tabela 1 e os resultados obtidos a partir do comando *summary*, são apresentados na Tabela 2:

UF	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
ACRE	728	592	398	184	154	167	259	280	305	221	309	264	372	257	444	688
AMAZONAS	1232	775	788	610	604	405	595	502	523	583	500	712	1129	1001	1045	1421
AMAPÁ	46	33	30	39	100	70	53	66	27	23	31	25	17	24	24	8
MARANHÃO	755	922	674	631	1271	828	712	396	269	403	257	209	258	265	253	215
MATO GROSSO	11814	7143	4333	2678	3258	1049	870	1120	757	1139	1075	1601	1489	1561	1490	1685
PARÁ	8870	5899	5659	5526	5607	4281	3770	3008	1741	2346	1887	2153	2992	2433	2744	3862
RONDÔNIA	3858	3244	2049	1611	1136	482	435	865	773	932	684	1030	1376	1243	1316	1245
RORAIMA	311	133	231	309	574	121	256	141	124	170	219	156	202	132	195	617
TOCANTINS	158	271	124	63	107	61	49	40	52	74	50	57	58	31	25	21

Tabela 1: Dataframe com as áreas de desmatamento.

AC	AM	AP	MA	MT
Min. :167.0	Min. : 405.0	Min. : 8.00	Min. : 209.0	Min. : 757
1st Qu.:256.2	1st Qu.: 568.0	1st Qu.: 24.00	1st Qu.: 257.8	1st Qu.: 1109
Median :292.5	Median : 661.0	Median : 30.50	Median : 399.5	Median : 1526
Mean :357.6	Mean : 776.6	Mean : 38.50	Mean : 519.9	Mean : 2692
3rd Qu.:409.5	3rd Qu.:1012.0	3rd Qu.: 47.75	3rd Qu.: 722.8	3rd Qu.: 2823
Max. :728.0	Max. :1421.0	Max. :100.00	Max. :1271.0	Max. :11814
PA	RO	RR	TO	AMZ LEGAL
Min. :1741	Min. : 435	Min. :121.0	Min. : 21.00	Min. : 4571
1st Qu.:2411	1st Qu.: 842	1st Qu.:139.0	1st Qu.: 46.75	1st Qu.: 6365
Median :3389	Median :1190	Median :198.5	Median : 57.50	Median : 7500
Mean :3924	Mean :1392	Mean :243.2	Mean : 77.56	Mean :10021
3rd Qu.:5546	3rd Qu.:1435	3rd Qu.:269.2	3rd Qu.: 82.25	3rd Qu.:11966
Max. :8870	Max. :3858	Max. :617.0	Max. :271.00	Max. :27772

Tabela 2: Uso do comando *summary* no R

O dataframe da Tabela 1 contém os Estados da Amazônia Legal e as respectivas áreas de desmatamento, em km². O comando *summary* retorna o menor valor desse conjunto, o primeiro quartil, mediana, média, terceiro quartil e o valor máximo para cada estado.

Uma análise visual dos resultados permite identificar que a menor área desmatada em um ano está no Amapá (8 km²) e a maior área desmatada em um ano está no Mato Grosso (11.814 km²); a maior média de desmatamentos pertence ao Pará (3.924 km²) e a menor média é a do Amapá (38,5 km²). Mato Grosso é o Estado que apresenta a segunda maior área de desmatamento, nesse período.

Um detalhe interessante do resumo descritivo da Tabela 2 é que 75% (3° Quartil) das áreas desmatadas em Mato Grosso correspondem a valores menores

que 2823 km², que está bem distante da área máxima desmatada, que é de 11814 km², registrada em 2004. Os valores registrados entre 2004 e 2008 estão muito acima dos demais registros. Ao calcularmos o desvio padrão (2940,2 km²) temos a comprovação dessa variabilidade. A Figura 3 nos mostra que Mato Grosso, Pará e Rondônia são os estados que apresentam maior variabilidade nas áreas desmatadas.

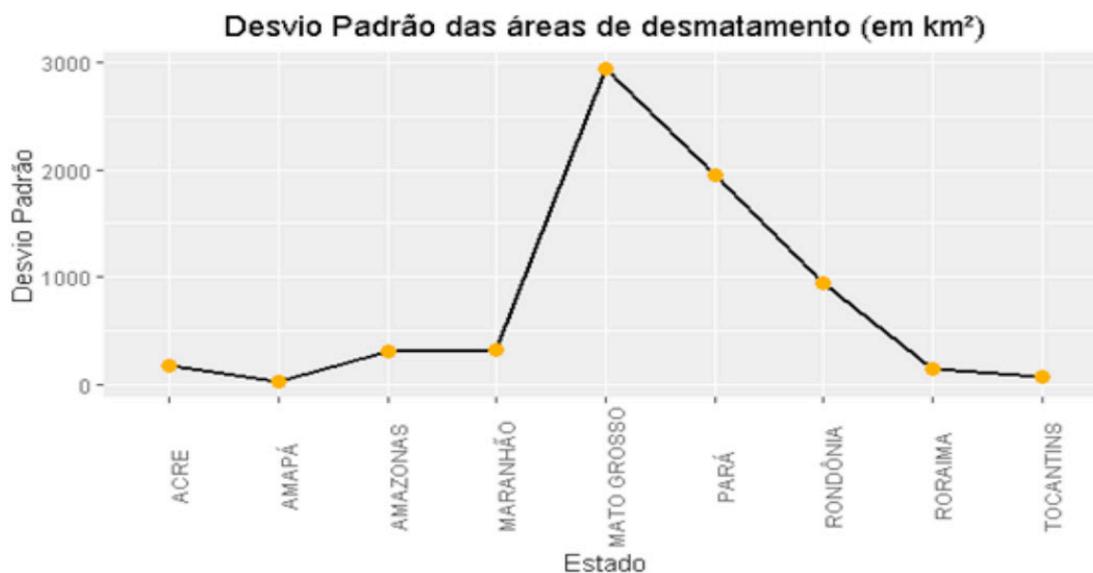


Figura 3: Desvio padrão

Uma comparação visual das áreas de desmatamento entre os estados é ilustrado pelo gráfico de barras, obtido por meio do ggplot2, mostrado na Figura 4. Amapá e Pará são os estados com menor e maior área desmatada, respectivamente. Um padrão similar poderia ser observado considerando-se as médias das áreas de desmatamento.

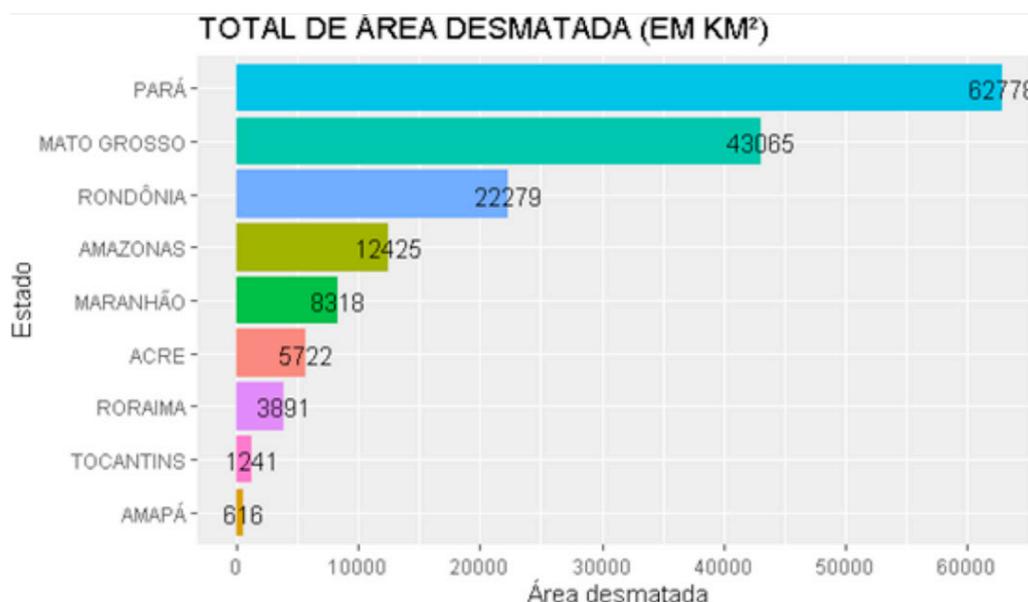


Figura 4: Área de desmatamento por estado usando o ggplot2.

Uma visão da evolução da área total desmatada no país pode ser obtida pela

análise da Figura 5, construída com o ggplot2. O ano de 2004 destaca-se como o ano com maior área desmatada no período observado. Em seguida, uma tendência decrescente no desmatamento pode ser observada até o ano de 2012. A partir disso, uma tendência ao crescimento. A reta $y = 10.000 \text{ km}^2$ é a média das áreas desmatadas em todos os anos e em todos os Estados e serve como parâmetro para mostrar que a quantidade desmatada entre 2004 e 2008 é equivalente à quantidade desmatada nos demais anos.

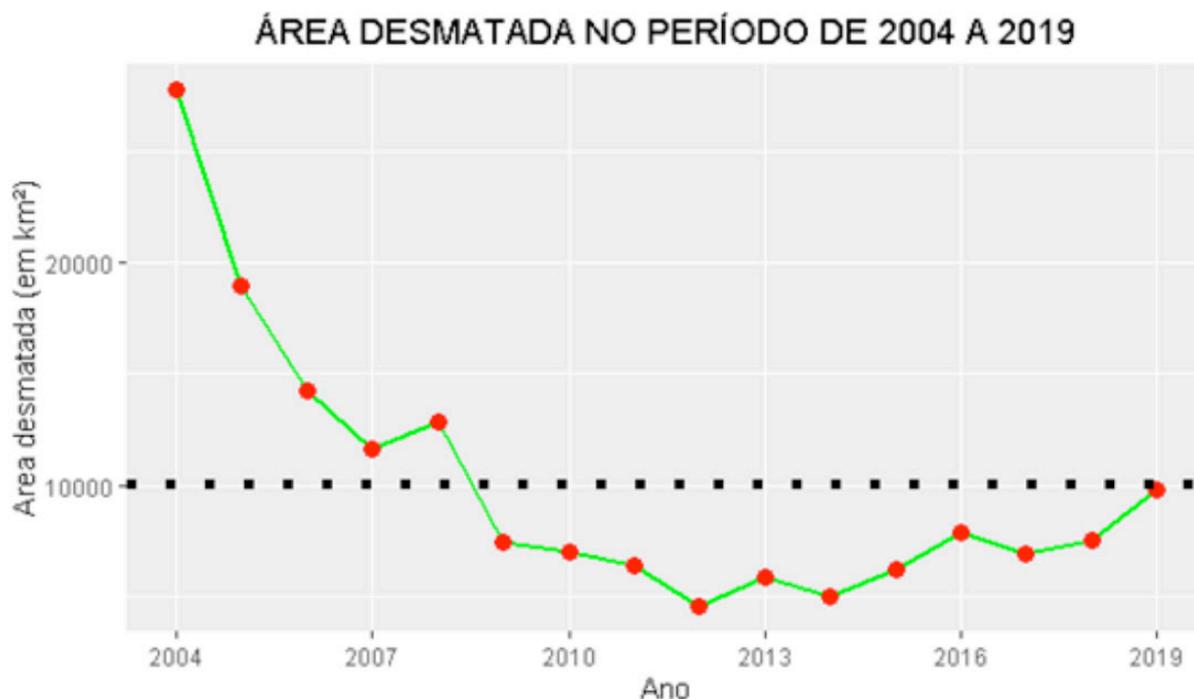


Figura 5: Evolução das áreas desmatadas

3.2 usando o leaflet

A utilização de mapas de calor é uma forma visual de apresentação e análise comparativa dos dados. Com o auxílio desses mapas é possível mostrar, de forma mais interativa, como se dá, ano a ano, o desmatamento da Amazônia Legal. A grande vantagem do Leaflet é a interação que o usuário pode realizar com a representação criada. A partir disso, diferentes informações podem ser extraídas da base de dados. Logo, o usuário pode navegar pelas informações e tirar suas próprias conclusões. Também é possível observar tendências e verificar padrões nos dados analisados.

A Figura 6 mostra os mapas de calor dos anos de 2004, 2005, 2006, 2010, 2014 e 2019. É possível criar um mapa para cada ano e realizar as comparações. É visível a redução na quantidade de área desmatada em Mato Grosso ao longo dos anos. Por outro lado, estados menores como o Acre, por exemplo, mantiveram valores muito próximos.

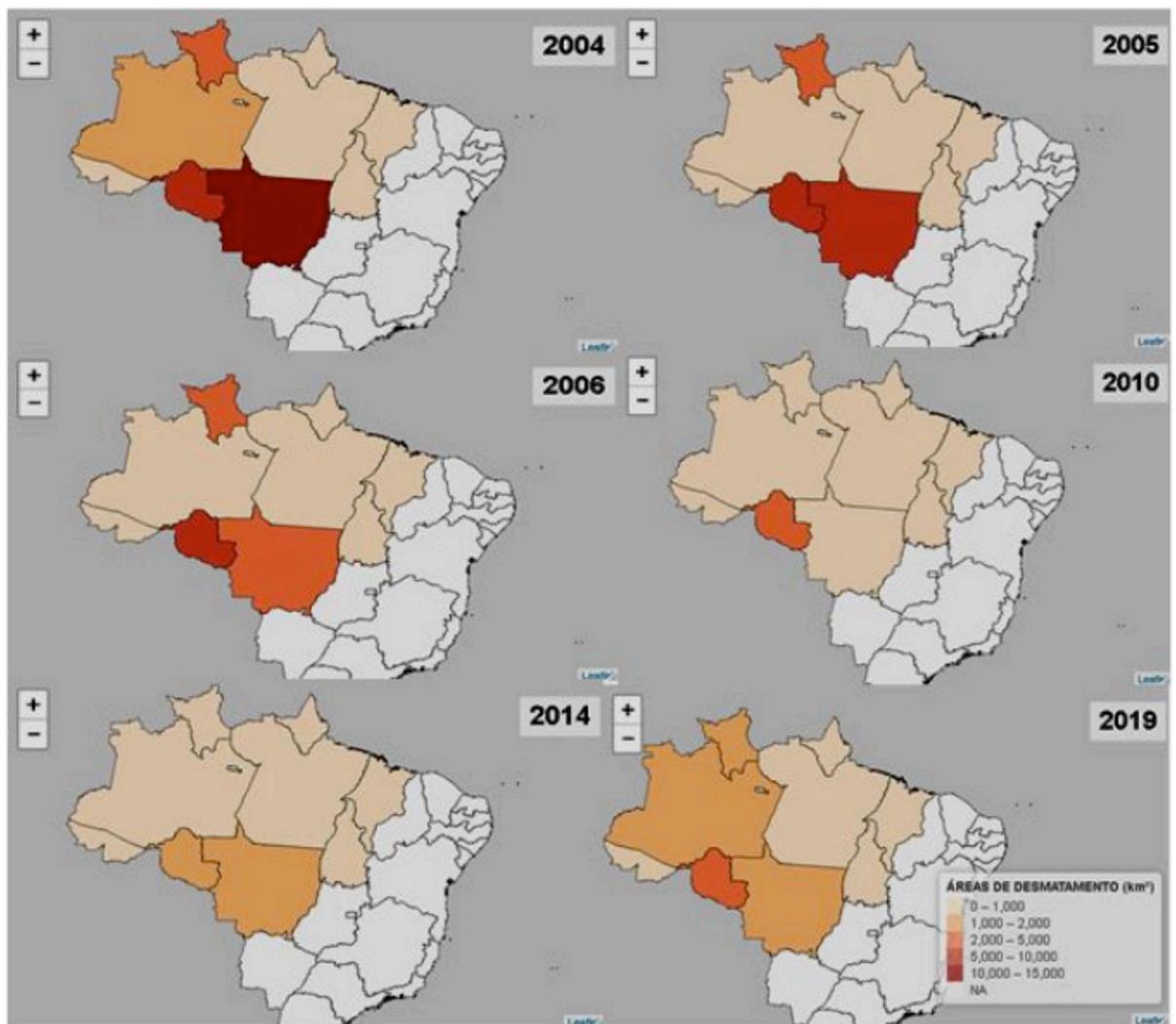


Figura 6: Comparativo do desmatamento

Esse tipo de representação permite analisar, através da escala de cores, os estados que possuem as maiores áreas de desmatamento, ano a ano, e comparar com a área total de cada um. Tal informação poderia ser inserida em um *popup*. O próprio Leaflet cria a escala de cores de acordo com os valores da base de dados.

Ressalta-se que, para o trabalho com o pacote Leaflet, é exigido uma base de dados que contenha as coordenadas geográficas das localidades que se deseja plotar. Logo, na configuração desses mapas foi utilizado uma base de dados do tipo “SpatialPolygonsDataFrame” com a função de mesmo nome no R, que contém diversas informações, entre elas, as coordenadas geográficas para a construção do contorno desejado do mapa da Amazônia Legal.

4 | APPS PARA ANALISAR O DESMATAMENTO E FAZER PREVISÕES

A próxima etapa é criar ferramentas que possibilitem ao usuário extrair informações da base para realizar a tomada de decisões. Para tanto, foi criado um *app* com o pacote Shiny, que utiliza a base de dados para gerar um gráfico de barras

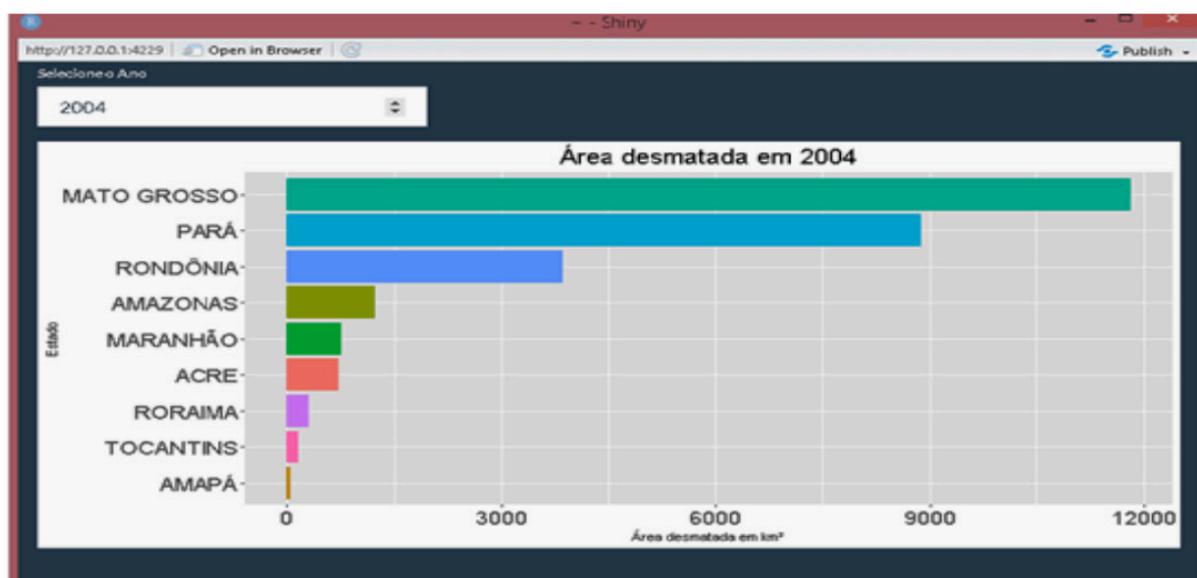
para cada ano. O usuário pode escolher o ano que quer analisar e, automaticamente, é gerado esse gráfico.

O *app* construído possui uma entrada, onde o usuário escolhe o ano que deseja analisar e uma saída que apresenta um gráfico de barras com as áreas de desmatamento na Amazônia Legal daquele ano. A principal vantagem é a possibilidade de colocá-lo em um navegador para assim compartilhar as informações e análises desejadas.

É possível acrescentar outras informações a esse *app* incluindo, por exemplo, medidas de estatística descritiva e de dispersão que podem auxiliar na implantação de políticas públicas para combater o desmatamento. A Figura 7 mostra a interface desse *App* com os gráficos dos anos de 2004, 2005 e 2019.

O *App* da Figura 8 tem a proposta de construir um modelo de previsão com base nos dados da Amazônia Legal. Para isto, foi usada a função *auto.arima()* presente no pacote *Forecast*.

O usuário seleciona o estado que deseja analisar e, automaticamente, são geradas duas saídas. A primeira é um gráfico representando a série temporal do Estado selecionado e a segunda também é um gráfico, mas para o Modelo de Previsão. Nesse modelo, os três últimos pontos em azul representam as áreas de desmatamento previsto para 2019, 2020 e 2021. Optou-se por considerar o ano de 2019 como medida comparativa para os resultados gerados pelo modelo, comparando-o com o resultado real. As áreas destacadas em cinza representam o intervalo de confiança padrão para o modelo utilizado.



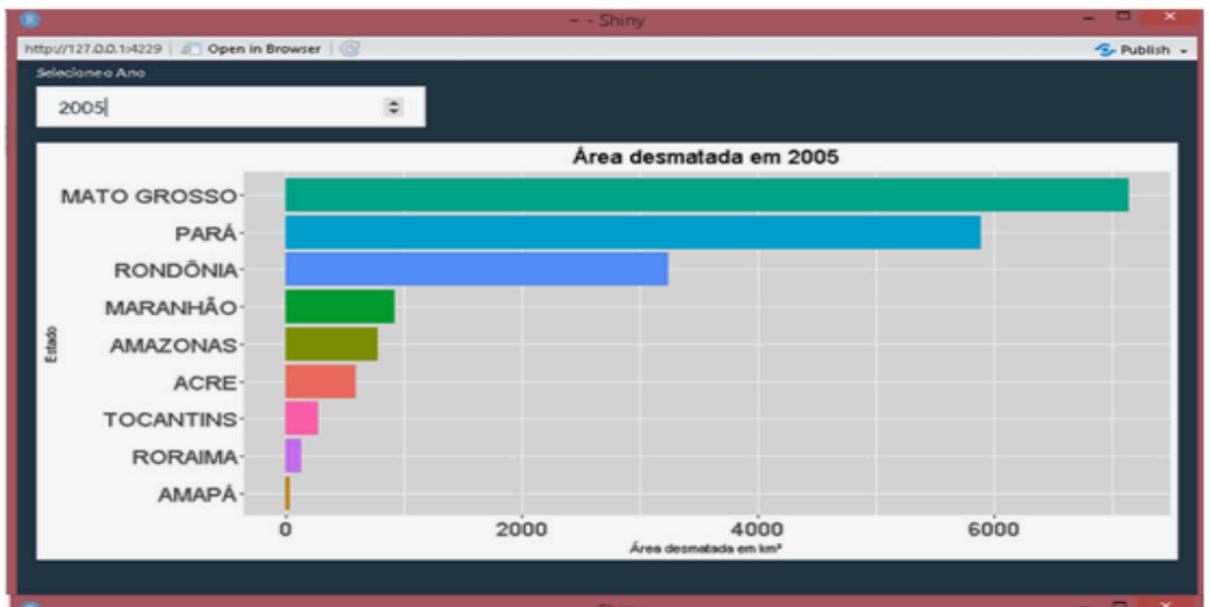


Figura 7: App com a tendência anual

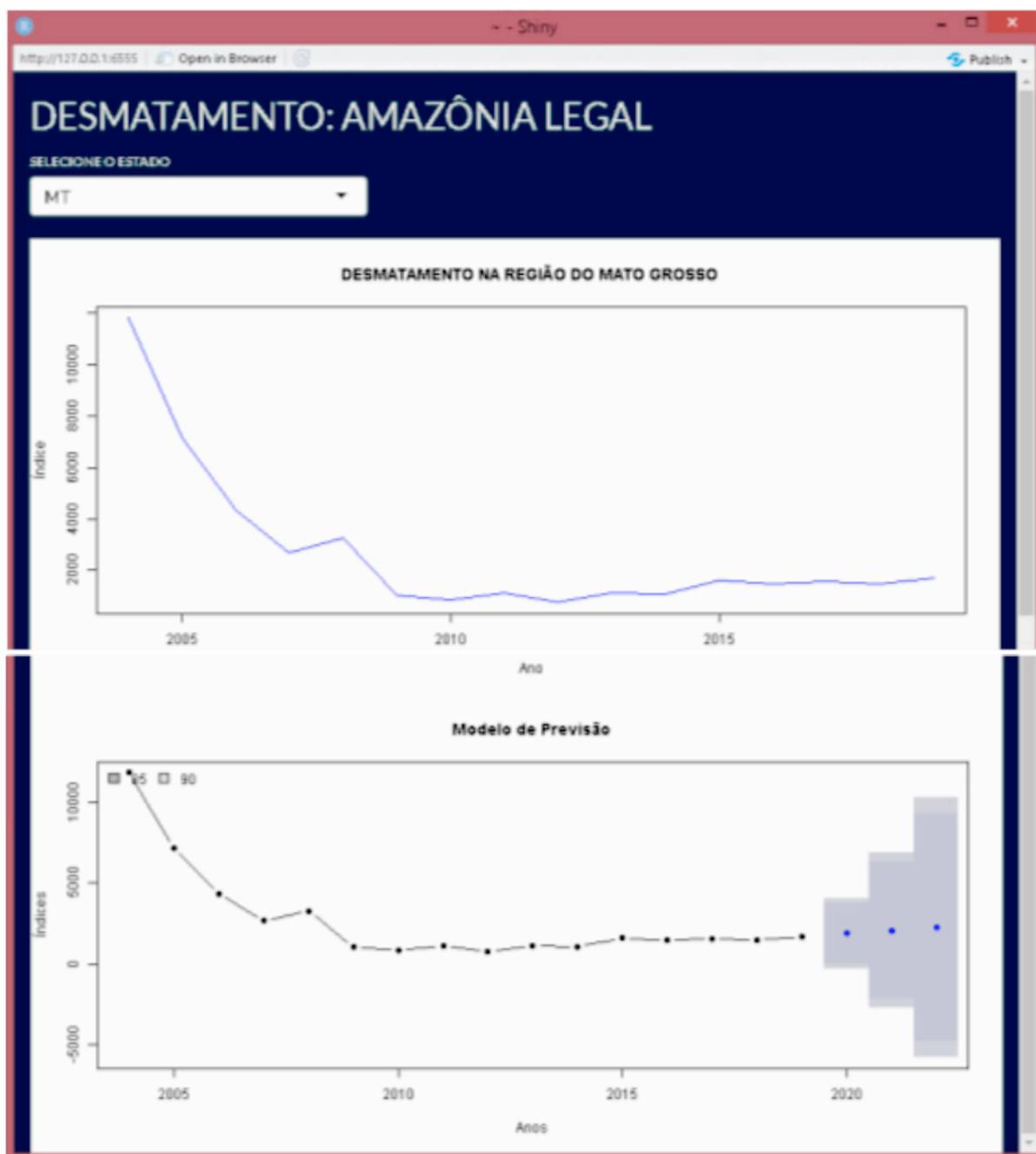


Figura 8: App com o modelo de previsão

A área de desmatamento prevista para o ano de 2019 foi de 1419 km², conforme podemos observar na Tabela 3, (o valor real divulgado pelo PRODES foi de 1685 km²), bem como, para 2020 é esperado uma área desmatada de 1348 km² e 1277 km² para 2021, de acordo com o modelo. Segundo o governo do estado de Mato Grosso, aproximadamente 50% de seu território é composto por florestas, ou seja, 451.678,954 km². Considerando o período analisado (2004 a 2018) e os três anos de projeção do modelo, (2019 a 2021), um total de 45.692 km² de área terá sido desmatada, o que equivale a mais de 10% de toda a área florestal deste estado e, tudo isso, em apenas 18 anos.

Ano	Área_desmatada
2019	1419
2020	1348
2021	1277

Tabela 3: Previsões do modelo

Com esse *App* é possível analisar as séries temporais de todos os estados e verificar a tendência de desmatamento para os próximos anos.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desmatamento na Amazônia tem sido tema de reportagens e discussões no mundo inteiro ao longo dos últimos anos. Os avanços computacionais permitem a utilização de ferramentas de visualização interativa em conjunto com os cálculos estatísticos descritivos ou modelos estatísticos de previsão. Essa integração mostra-se útil para analisar e entender diferentes tipos de problemas.

O software R ganha destaque entre as ferramentas computacionais para realizar apresentações gráficas, análises e previsões. É possível organizar, analisar e tomar decisões com base nos dados. A variedade de pacotes disponíveis permite incrementar o processo de análise por meio de modelos mais sofisticados e que, porventura, requerem um esforço mental adicional. Dessa forma, problemas essenciais como a questão do desmatamento podem ser discutidos e analisados de forma mais consistente.

Realizou-se uma análise descritiva inicial, entendendo o comportamento dos dados, utilizando diferentes tipos de representações gráficas e realizando diferentes análises, mostrando o comportamento anual, o comportamento por região e o agregado geral do nosso período. Isso também permitiu analisar a variabilidade dos dados, além de fazer previsões com base em modelos matemáticos para os próximos anos.

Mais que uma ferramenta para a construção de dashboards, os *Apps* construídos permitem a interação entre o desenvolvedor e os usuários, de tal forma que, o usuário consiga, de maneira simples, ler e analisar os dados apresentados. A proposta leva em consideração uma situação específica, porém tal ideia pode ser estendida para diferentes tipos de problemas em diferentes segmentos. Esses *Apps* podem auxiliar na conscientização e fomentar a discussão desses casos, levando a diferentes análises, por pessoas com diferentes conhecimentos, fomentando assim a busca por soluções.

6 | MATERIAL DE APOIO

Os scripts para executar os *apps* para análise de desmatamento e demonstração gráfica de suas séries temporais podem ser baixados no link:

<http://doi.org/10.13140/RG.2.2.28851.78881>

REFERÊNCIAS

BUSSAB, W.O. MORETTIN, P.A. **Estatística básica**. São Paulo: Atual Editora, 1988.

CHANG, W. CHENG, J. ALLAIRE, J. XIE, Y. McPHERSON, J. (2019). shiny: Web Application Framework for R. **R package version 1.3.2**. <https://CRAN.R-project.org/package=shiny>.

CHENG, J. BHASKAR, K. XIE, Y. Leaflet: create interactive web maps with the JavaScript 'Leaflet' Library. **R package version 2.0.2**. <https://CRAN.R-project.org/package=leaflet>.

FEARNSIDE, P. M. **Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle**. Acta Amaz. [online]. 2006, vol.36, n.3, pp.395-400.

GOVERNO DE MATO GROSSO. **Geografia**. Disponível em: <<http://www.mt.gov.br/geografia>>. Acesso em 27 de nov. de 2019.

GROLEMUND, G. WICKHAM, H. **R para data Science**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2019.

HYNDMAN, R. ATHANASOPOULOS, G. BERGMEIR, C. CACERES, G. CHHAY, L. O'HARA-WILD, M. PETROPOULOS, F. RAZBASH, S. WANG, E. YASMEEN, F. (2019). `_forecast`: Forecasting functions for time series and linear models_. **R package version 8.7**, <<http://pkg.robjhyndman.com/forecast>>

Monitoramento do desmatamento da floresta amazônica brasileira por satélite. **Inpe**, 2019. Disponível em: <www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>. Acesso em 11 de nov. de 2019.

O'GRADY,S.The RedMonk programming language ranking. **Red Monk**. Disponível em: <<https://redmonk.com/sogrady/2018/08/10/language-rankings-6-18/>>. Acesso em: 19 de nov. de 2019.

R Development Core Team (2019) R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/>>

RStudio, 2019 < <https://www.rstudio.com/products/rstudio/>>

SAS. Disponível em: https://www.sas.com/pt_br/insights/analytics/analises-preditivas.html. Acesso em: 26 de nov. de 2019

SCHMULLER, J. **Análise estatística com R para leigos**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2019.

SCHMULLER, J. **Projetos em R para leigos**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2019.

WICKHAM, H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. **Springer-Verlag**. New York, 2016.

WICKHAM, H. tidyverse: Easily Install and Load the 'Tidyverse'. R package version 1.2.1. <https://CRAN.R-project.org/package=tidyverse>

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abundance 3, 14, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 69, 72, 74, 75, 79, 80, 97, 110

Abundância 21, 70, 96, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 110

Análise de correlação 43

Análise multivariada 43, 45, 55

Arabidopsis thaliana 122, 123, 125, 126, 135, 136

B

Biomassa 57, 83, 99, 106, 138, 139, 140, 150, 151, 152

Bootstrapping 12, 15

C

Cana-de-açúcar 81, 138, 139, 140, 141, 142, 146, 147, 148

Cana energia 138, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 147, 148

Caryocar brasiliense 110, 111, 121

Chalcona 151, 152, 153, 159

Chemical variability 110

Classificação de habitats 56

Cobertura vegetal 21, 44

Computational programming 1

Crescimento 12, 36, 107, 125, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162

D

Dados da vegetação 1, 2

Desmatamento 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 80

Dominance 12, 13, 14, 16, 18, 20, 21, 23, 24, 27, 97

Dominância 12, 21, 96, 98, 106, 107

Dominância de árvores 12

E

Ecologia do fogo 96

Elevação 56, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 67

Estatística 2, 30, 31, 34, 38, 42, 43, 45, 53, 59, 142, 144, 145, 147, 153, 154, 155, 166

Estrutura da vegetação 21, 70, 96

Estrutura florestal 56

Ethephon 138, 139, 140, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 149

Eucalyptus 150, 151, 152, 164, 165

Evapotranspiração 82, 83, 85, 86, 89, 90, 93, 94

Expressão diferencial 122, 124, 126, 127, 128, 133, 134, 135, 152

Extrapolação com base em amostras 12

F

Fatores bióticos e abióticos 56, 57
Flavonoids 112, 113, 114, 151, 165
Floresta secundaria 12
Forest planting 70
Forest regrowing 12
Forest restoration 13, 29, 70, 79

G

Geostatistics 70, 71, 74
Gradiente ambiental 43, 53, 56

I

Importance value index 20, 27, 28
Índice de valor de importância 21, 102
Insects 110, 111, 112

K

Kriging 56, 57, 69, 73, 75

M

Modelagem matemática 139

N

Naringenina 151

P

Pacote agrewater 82, 83, 89, 90, 93
Phytosociological characterization 70
Programação computacional 2
Propriedades do solo 43, 45, 46, 53

R

R. Análise exploratória 30
Rarefação 12
Regeneração florestal 12
Regeneração natural 96, 98, 107
Resiliência 96, 98, 106, 107
R language 1, 9, 22, 28, 123

S

Safer 82, 83, 85, 86, 88, 90
Sampled-based rarefaction and extrapolation 12

Savanização de florestas 96
Second-growth forests 12, 13
Shiny 30, 31, 32, 33, 37, 42, 133
Soil attributes 44, 55, 70, 71, 74
Soil nutrients 110, 111, 112, 113, 116, 117, 118, 119, 120
Spatial variation 110, 113, 116, 117, 119, 121
Statistics 1, 8, 74, 80, 120

T

Transcriptômica de plantas 122
Tree dominance 12

V

Vegetation cover 7, 20
Vegetation data 1, 3, 8, 28
Vegetation structure 20, 21, 70

 **Atena**
Editora

2 0 2 0