

RADIOAMADORISMO NO BRASIL: UM RETRATO POR MUNICÍPIO A PARTIR DE DADOS ABERTOS DA ANATEL E DO IBGE

Amateur radio in Brazil: a municipality-level portrait from Anatel and IBGE open data

Isak Paulo de Andrade Ruas¹

Resumo

Este estudo traça um retrato do radioamadorismo no Brasil em nível municipal, integrando a base aberta de estações licenciadas no Serviço de Radioamador da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) (70.696 estações e 43.482 titulares em agosto de 2026) com população, Censo 2022 e produto interno bruto (PIB) municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foram construídos indicadores de densidade (radioamadores por 100 mil habitantes) por município, unidade da federação (UF), região e porte, além de um conjunto de 2.290 municípios com 21 atributos usado em oito modelos de aprendizado de máquina no Orange Data Mining. Os principais achados são: (i) o país tem 20,4 radioamadores por 100 mil habitantes, com forte desigualdade territorial (de 45,6 no Rio Grande do Norte a 3,7 no Tocantins) e uma região Norte com um quinto da densidade do Sul; (ii) 3.281 municípios (58,9%), onde vivem 17,1% dos brasileiros, não têm nenhuma estação fixa licenciada; (iii) a presença de estações cresce com o porte do município, mas, entre os municípios que têm radioamadores, as maiores densidades estão em cidades pequenas; (iv) 73,0% dos titulares pessoa física estão na Classe C, de ingresso, e as repetidoras concentram-se em 436 municípios; (v) o Random Forest explica cerca de metade da variação da densidade municipal (coeficiente de determinação $R^2 = 0,49$ em validação cruzada) e classifica a faixa de densidade com acurácia de 0,73, sendo porte populacional, percentual de estações relicenciadas, área e UF os atributos mais importantes; (vi) os resíduos do modelo apontam grandes capitais com densidade abaixo do esperado para seu perfil, onde ações de divulgação, cursos e exames teriam maior alcance.

Palavras-chave: radioamadorismo; Serviço de Radioamador; dados abertos; Anatel; IBGE; aprendizado de máquina.

Abstract

This study portrays amateur radio in Brazil at the municipality level by linking the open dataset of licensed amateur radio stations published by the Brazilian National Telecommunications Agency (Anatel) (70,696 stations, 43,482 licensees, extracted on 20 August 2026) with population estimates (2025) from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), the 2022 Census and municipal GDP (2023). Density indicators (licensees per 100,000 inhabitants) were computed by municipality, state, region and population size, and a 2,290-municipality dataset with 21 attributes was used to train machine-learning models in Orange Data Mining. Brazil has 20.4 amateur radio licensees per 100,000 inhabitants, with strong territorial inequality; 3,281 municipalities (58.9%) have no licensed fixed station; 73.0% of individual licensees hold the entry-level Class C; a Random Forest explains about half of the variance in municipal density

¹ Graduando do Curso Superior de Tecnologia em Gestão da Tecnologia da Informação, PUCRS Online; trabalho desenvolvido na disciplina de Ciência de Dados e Inteligência Artificial. Radioamador Classe C, indicativo PU3IAR. Mantém a plataforma id.qsl.br (nrolabs). E-mail: isakruas@gmail.com.

(cross-validated $R^2 = 0.49$) and its residuals point to large capitals operating well below their expected density.

Keywords: amateur radio; amateur radio service; open data; Anatel; IBGE; machine learning.

1 Introdução

O Serviço de Radioamador é um serviço de telecomunicações de interesse restrito, sem fins pecuniários, praticado por pessoas habilitadas pela Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) por meio do Certificado de Operador de Estação de Radioamador (COER), emitido nas classes C (ingresso), B e A (plena), cada uma com faixas e potências próprias (ANATEL, 2024, 2025). Além de atividade técnica e de lazer, o radioamadorismo cumpre papel reconhecido em comunicações de emergência, quando redes comerciais falham, e na formação de competências em eletrônica e radiopropagação.

Apesar de a Anatel publicar diariamente a relação de estações licenciadas em seu portal de dados abertos, há poucos estudos que descrevam a distribuição territorial da atividade no Brasil. O levantamento de Benedito (2022), publicado pela Liga de Amadores Brasileiros de Rádio Emissão (LABRE), mapeou radioamadores e estações por unidade da federação, sexo e classe, e já observava que, em termos relativos à população, estados do Nordeste se destacam. Não foi encontrado, porém, um retrato em nível municipal nem uma análise dos fatores associados à maior ou menor presença de radioamadores.

Este estudo procura preencher essa lacuna com três perguntas: (1) como se distribuem os radioamadores no território brasileiro, em números absolutos e relativos à população; (2) qual o perfil das estações e dos titulares (classe, tipo, antiguidade, renovação, repetidoras) nas diferentes regiões e portes de município; e (3) que características socioeconômicas e do próprio ecossistema local ajudam a explicar a densidade de radioamadores, e onde ela está abaixo do esperado. O trabalho deriva de um projeto acadêmico em duas fases (exploração de dados e modelagem no Orange Data Mining) e segue a lógica do processo Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM), de Chapman et al. (2000), do entendimento do negócio à avaliação dos modelos.

2 Trabalhos relacionados

O estudo de Benedito (2022), em sua terceira edição, contabilizou 40.848 radioamadores pessoa física em julho de 2022 (6.495 na Classe A, 4.943 na B, 28.641 na C e 769 sem classe informada), a partir da base de prestadoras da Anatel, e descreveu a predominância do sexo masculino, a concentração absoluta no Sul e no Sudeste e o destaque relativo do Nordeste. A base de estações deste estudo, extraída em agosto de 2026, registra 43.200 titulares pessoa física com classe informada (6.386 A, 5.281 B e 31.533 C), o que indica crescimento de cerca de 5,8% em quatro anos, concentrado na Classe C. Os números não são estritamente comparáveis, porque aquele estudo parte do cadastro de pessoas e este parte do cadastro de estações (um radioamador

sem estação licenciada não aparece aqui), mas a ordem de grandeza e a composição por classe são coerentes.

Do ponto de vista metodológico, o estudo se apoia em técnicas consolidadas de aprendizado de máquina para dados tabulares, em especial a floresta aleatória, ou Random Forest (BREIMAN, 2001), e na ferramenta de mineração visual Orange (DEMŠAR et al., 2013), usada tanto na exploração quanto na avaliação dos modelos por validação cruzada; os fundamentos de preparação de dados, protocolos de avaliação e métricas seguem Faceli et al. (2011).

3 Materiais e métodos

3.1 Fontes de dados

A fonte principal é a base “Outorga e licenciamento: estações do Serviço Radioamador” (título no portal; “Estações licenciadas no Serviço de Radioamador – SRA” nos metadados), publicada pela Anatel em seu portal de dados abertos e mantida pela Gerência de Outorga e Licenciamento de Estações, com granularidade diária (ANATEL, 2019, 2026). A extração de 20 de agosto de 2026 contém 70.696 estações e 19 colunas, entre elas o titular (pessoa física ou jurídica), o número do Fundo de Fiscalização das Telecomunicações (Fistel), o indicativo, a classe do COER, o tipo de estação (fixa, móvel, repetidora), o município e a unidade da federação (UF) da estação e as datas de primeiro e último licenciamento. Cada linha é uma estação, de modo que um mesmo titular pode aparecer mais de uma vez; o número de radioamadores foi obtido pela contagem de titulares distintos.

As variáveis populacionais e econômicas vêm do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), obtidas pela interface de programação (API) do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA): população residente estimada em 2025 (tabela 6579), população, área e densidade demográfica do Censo Demográfico 2022 (tabela 4714) e produto interno bruto (PIB) a preços correntes de 2023 (tabela 5938) (IBGE, 2023, 2024, 2025). Para preservar a privacidade, a base da Anatel foi anonimizada antes de qualquer publicação: colunas de Cadastro de Pessoas Físicas (CPF) e Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ), nome, indicativo, número e nome da estação foram removidas e o Fistel foi substituído por um código sequencial, o que mantém a contagem de titulares distintos.

3.2 Construção dos indicadores e do conjunto municipal

Dois recortes foram usados. O primeiro, para o panorama nacional e por UF, considera todas as estações e todos os titulares, localizados pela UF do titular, e divide pelo total populacional de cada UF. O segundo, para o retrato municipal, considera apenas as estações fixas e repetidoras, únicas com município informado (as estações móveis, 54,0% da base, não têm município), com classe válida e datas válidas. O filtro de classe exclui as estações de pessoas jurídicas (associações e clubes), que não têm classe de operador; entre elas estão 424 das 1.221 repetidoras da base, de modo que o retrato municipal cobre 795 repetidoras de titulares pessoa

física. Essas estações foram agregadas por município (nome normalizado mais UF) e cruzadas com o IBGE, resultando em 2.290 municípios com pelo menos uma estação fixa e 21 colunas: identificação, região, capital, população, área, densidade demográfica, PIB e PIB per capita, número de estações, de titulares e de repetidoras, percentual de titulares por classe, antiguidade média da licença, ano médio do primeiro licenciamento, percentual de estações relicenciadas e o indicador-alvo, radioamadores por 100 mil habitantes. Para as análises por porte, os 3.281 municípios sem estação fixa foram reincorporados com valor zero.

3.3 Modelagem

A densidade municipal foi modelada de duas formas no Orange Data Mining 3.40: como regressão do valor contínuo e como classificação em três faixas definidas pelos tercís (baixa até 9,35; média até 21,06; alta acima disso), o que produz classes balanceadas. Para evitar vazamento, as contagens de estações e titulares (numerador do alvo), o PIB total e a população do Censo foram retirados dos preditores, restando 14 atributos; a população estimada de 2025, denominador do alvo, foi mantida por decisão de desenho, porque o porte do município é justamente uma das variáveis de interesse. Variáveis categóricas foram codificadas por one-hot (uma coluna binária para cada categoria) e as numéricas normalizadas para $[0, 1]$ dentro de cada dobra da validação cruzada (10 dobras, com a semente fixa do widget Test and Score, o que torna os resultados reproduzíveis). Foram comparados regressão linear, k vizinhos mais próximos (k-NN, com $k = 10$), árvore de decisão (mínimo de 10 instâncias por folha), Random Forest (100 árvores, mínimo de 5 instâncias para dividir um nó e semente fixa) e máquina de vetores de suporte (SVM, com kernel de função de base radial, RBF, e parâmetros padrão do widget, inclusive o limite de 100 iterações) para a regressão, e árvore, k-NN, Random Forest, regressão logística, Naive Bayes e rede neural (50 neurônios) para a classificação. As métricas são, na regressão, a raiz do erro quadrático médio (RMSE), o erro absoluto médio (MAE) e o coeficiente de determinação (R^2) e, na classificação, a área sob a curva ROC, de característica de operação do receptor (AUC), a acurácia e a medida F1. Para o mapa de oportunidade, as previsões do mesmo Random Forest de 100 árvores em validação cruzada (a previsão de cada município vem da dobra em que ele ficou fora do treino) foram comparadas com os valores observados; todos os resultados de modelagem saem do fluxo fase2.ows, que acompanha o texto: as métricas do widget Test and Score, as previsões de validação cruzada da sua saída Predictions (das quais um Feature Constructor calcula o déficit de titulares e um Data Table exibe o mapa de oportunidade) e a importância de atributos do widget Rank, que recebe o Random Forest como avaliador; para os atributos categóricos (UF, Região, Capital), o Rank reporta o maior valor entre as colunas binárias derivadas.

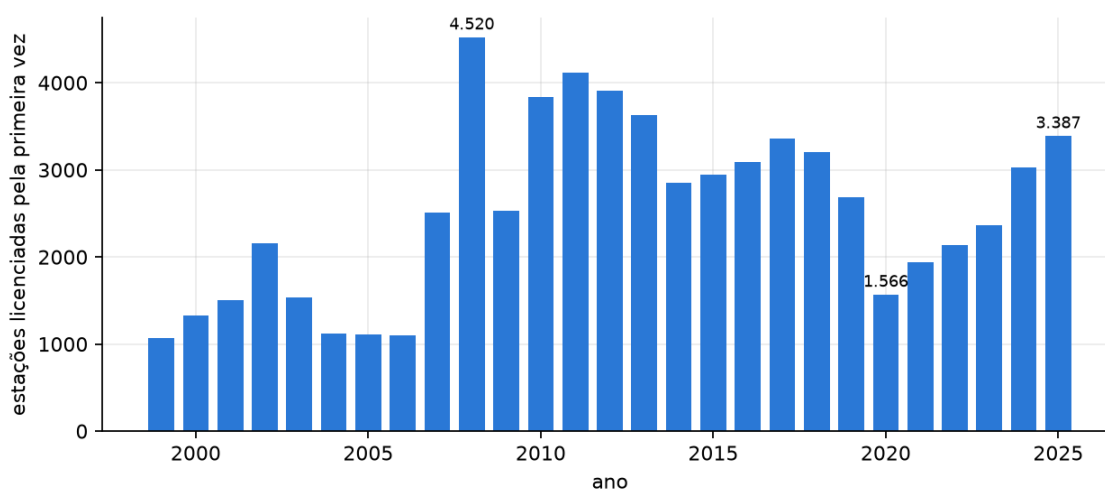
4 Resultados

4.1 Panorama nacional

A base registra 70.696 estações de 43.482 titulares distintos (69.851 estações de pessoas físicas e 845 de pessoas jurídicas, em geral clubes e associações), o que corresponde a 20,4 titulares por 100 mil habitantes. Pouco mais da metade das estações é móvel (38.183, 54,0%); as fixas somam 31.036 e as repetidoras 1.221. Entre os titulares pessoa física com classe informada, 73,0% estão na Classe C, 14,8% na A e 12,2% na B — a base de ingressantes é ampla e a progressão de classe é minoritária.

A série de primeiros licenciamentos (Figura 1) mostra dois ciclos. Um pico em 2008 (4.520 estações), seguido de um patamar alto entre 2010 e 2013, e uma queda gradual até o mínimo de 2020 (1.566), ano da pandemia; desde então há recuperação contínua, com 3.387 estações licenciadas pela primeira vez em 2025, o maior valor em mais de uma década. A adoção de provas on-line a partir de 2020, relatada por Benedito (2022), é uma hipótese plausível para a retomada, mas a base não permite testá-la diretamente.

Figura 1 – Estações de radioamador por ano do primeiro licenciamento, 1999–2025.

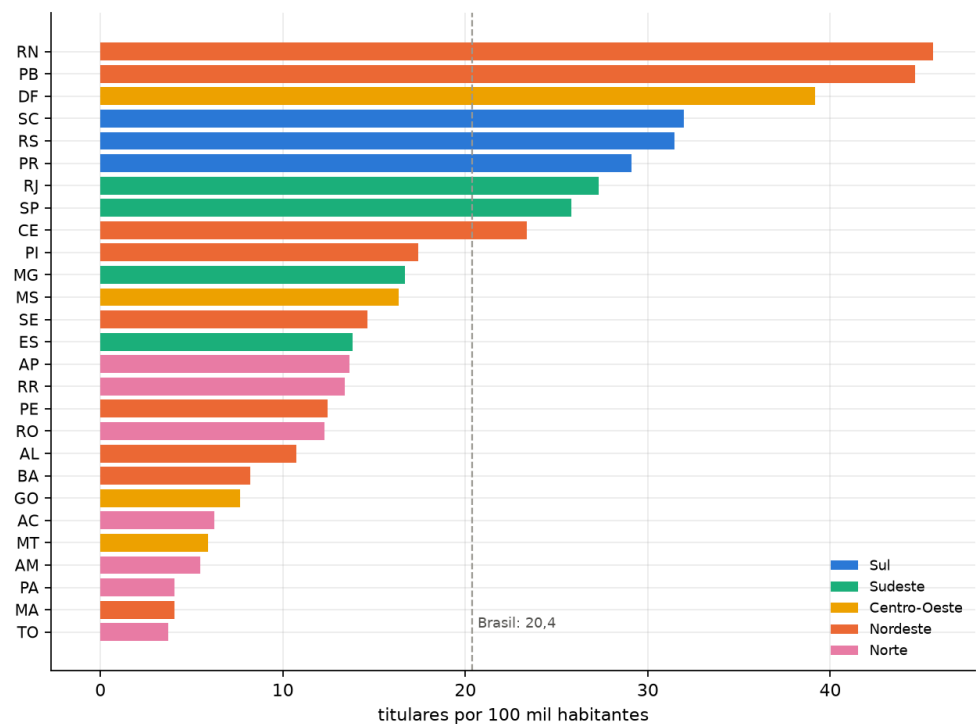


Fonte: elaboração própria a partir de Anatel (2026).

4.2 Distribuição territorial

Em números absolutos, o Sudeste concentra 20.725 titulares (47,7% do total), seguido de Sul (9.613) e Nordeste (9.566). Em termos relativos, porém, a ordem muda: o Sul tem 30,7 radioamadores por 100 mil habitantes, o Sudeste 23,3, o Nordeste 16,7, o Centro-Oeste 14,2 e o Norte apenas 6,0 — um quinto da densidade do Sul. A Figura 2 e a Tabela 1 mostram o mesmo indicador por UF: Rio Grande do Norte (45,6) e Paraíba (44,7) apresentam os maiores valores, seguidos de Distrito Federal, Santa Catarina e Rio Grande do Sul; na outra ponta estão Tocantins (3,7), Maranhão (4,0) e Pará (4,1). A liderança do Rio Grande do Norte e da Paraíba confirma, com dados quatro anos mais recentes, o destaque relativo do Nordeste observado por Benedito (2022).

Figura 2 – Radioamadores (titulares de estação) por 100 mil habitantes, por unidade da federação, 2026.



Fonte: elaboração própria a partir de Anatel (2026) e IBGE (2023, 2024, 2025).

Tabela 1 – Titulares de estação de radioamador e densidade por 100 mil habitantes, por UF (ordem decrescente de densidade).

UF	Região	Titulares	Por 100 mil hab
RN	Nordeste	1.577	45,6
PB	Nordeste	1.860	44,7
DF	Centro-Oeste	1.174	39,2
SC	Sul	2.619	32,0
RS	Sul	3.533	31,5
PR	Sul	3.461	29,1
RJ	Sudeste	4.704	27,3
SP	Sudeste	11.884	25,8
CE	Nordeste	2.166	23,4
PI	Nordeste	590	17,4
MG	Sudeste	3.566	16,7
MS	Centro-Oeste	478	16,3
SE	Nordeste	336	14,6
ES	Sudeste	571	13,8
AP	Norte	110	13,6
RR	Norte	99	13,4
PE	Nordeste	1.189	12,4
RO	Norte	215	12,3
AL	Nordeste	346	10,7
BA	Nordeste	1.218	8,2
GO	Centro-Oeste	569	7,7
AC	Norte	55	6,2
MT	Centro-Oeste	229	5,9
AM	Norte	236	5,5
PA	Norte	354	4,1
MA	Nordeste	284	4,0
TO	Norte	59	3,7

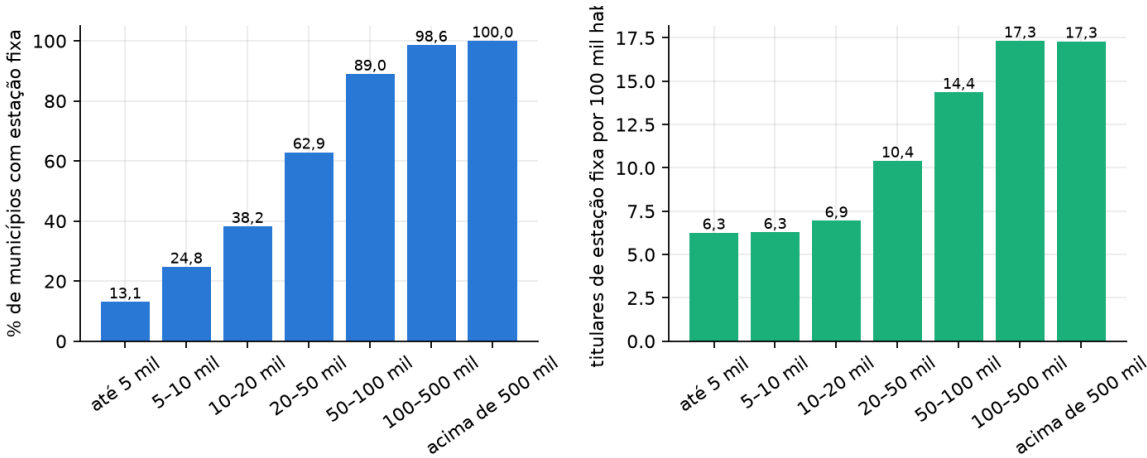
Fonte: elaboração própria a partir de Anatel (2026) e IBGE (2023, 2024, 2025).

4.3 Porte do município

Dos 5.571 municípios brasileiros, 3.281 (58,9%) não têm nenhuma estação fixa ou repetidora licenciada; neles vivem 17,1% dos brasileiros. A ausência é quase regra nos municípios muito pequenos — só 13,1% dos municípios com até 5 mil habitantes têm alguma estação fixa — e praticamente desaparece acima de 100 mil habitantes (Figura 3, painel esquerdo; Tabela 2). A densidade calculada sobre toda a população de cada faixa também cresce com o porte, de 6,3 a 6,9 por 100 mil nas faixas até 20 mil habitantes para 17,3 nas cidades acima de 100 mil (painel direito).

Esse resultado precisa ser lido junto com o da seção seguinte: quando se olham apenas os 2.290 municípios que têm radioamadores, a relação se inverte e as maiores densidades aparecem em cidades pequenas (mediana municipal de 14,15, mais que o dobro da densidade de 6,3 a 6,9 calculada sobre toda a população das faixas até 20 mil habitantes). Em cidades pequenas o radioamadorismo existe ou não existe: onde há um núcleo, seu peso relativo na população local é alto; onde não existe, não há titular algum. Entre os maiores municípios sem nenhuma estação fixa estão Abaetetuba (PA, 172.344 habitantes), Cametá (PA, 144.859 habitantes), Altamira (PA, 138.749 habitantes), Codó (MA, 118.283 habitantes), todos no Norte e no Nordeste.

Figura 3 – Presença de estações fixas e densidade de radioamadores por faixa de população do município (todos os 5.571 municípios).



Fonte: elaboração própria a partir de Anatel (2026) e IBGE (2023, 2024, 2025).

Tabela 2 – Municípios por faixa de população: quantidade, percentual com ao menos uma estação fixa e densidade de titulares de estação fixa por 100 mil habitantes.

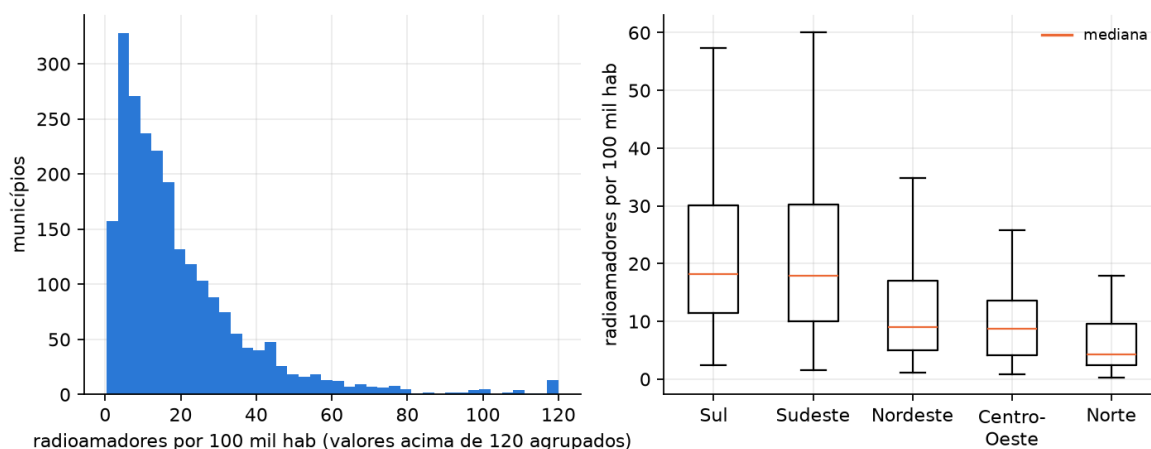
Faixa de população	Municípios	% com estação fixa	Titulares por 100 mil hab
até 5 mil	1.286	13,1	6,3
5–10 mil	1.183	24,8	6,3
10–20 mil	1.350	38,2	6,9
20–50 mil	1.070	62,9	10,4
50–100 mil	344	89,0	14,4
100–500 mil	290	98,6	17,3
acima de 500 mil	48	100,0	17,3

Fonte: elaboração própria a partir de Anatel (2026) e IBGE (2023, 2024, 2025).

4.4 Densidade municipal, perfil dos titulares e repetidoras

Entre os municípios com estação fixa, a densidade tem mediana 14,15 e média 20,15, com cauda longa à direita (Figura 4): 24 municípios passam de 100, quase todos pequenos, com Fernando de Noronha (PE) no extremo (538,8, 18 titulares para 3.341 habitantes). Entre os municípios com 50 mil habitantes ou mais, os mais densos são Patos (PB, 105,5), Nova Friburgo (RJ, 95,4) e Conceição do Coité (BA, 76,8). Por região, Sul e Sudeste têm medianas municipais próximas de 18, Nordeste 9, Centro-Oeste 8,8 e Norte 4,3.

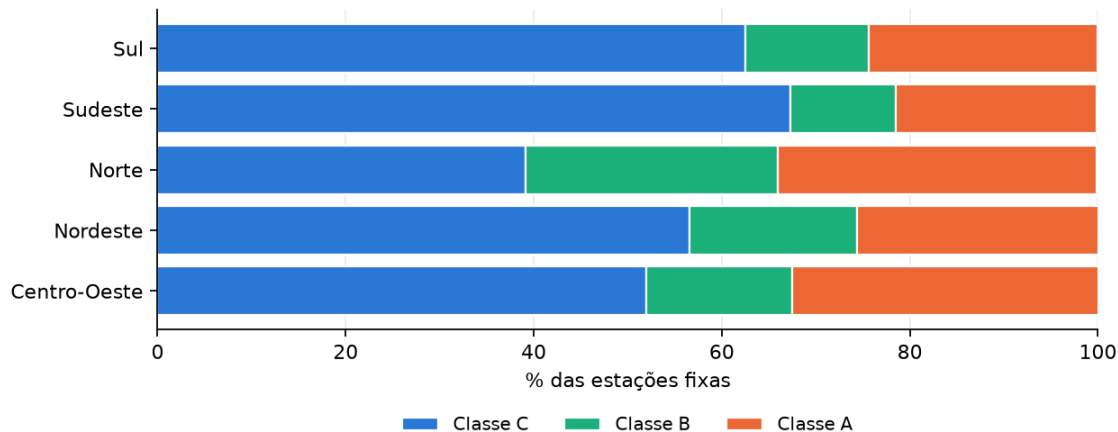
Figura 4 – Distribuição da densidade municipal de radioamadores (municípios com estação fixa) e comparação por região.



Fonte: elaboração própria a partir de Anatel (2026) e IBGE (2023, 2024, 2025).

A composição por classe varia entre regiões (Figura 5 e Tabela 3): a Classe C responde por 39,1% das estações fixas no Norte e por 67,3% no Sudeste, e a Classe A fica entre 21,4% e 33,9% — nas regiões de menor densidade, a base de ingressantes é proporcionalmente menor. O engajamento não acompanha a densidade de forma simples: o percentual de estações relicenciadas (último licenciamento posterior ao primeiro) vai de 29,7% a 37,4%, com Centro-Oeste e Nordeste nos valores mais altos e o Sul, região mais densa, no mais baixo; a antiguidade média da licença varia pouco, de 12,4 a 13,2 anos.

Figura 5 – Composição das estações fixas por classe do titular, por região (média ponderada pelo número de estações).



Fonte: elaboração própria a partir de Anatel (2026) e IBGE (2023, 2024, 2025).

Tabela 3 – Perfil das estações fixas por região: percentual por classe do titular, percentual de estações relicenciadas e antiguidade média da licença (anos).

Região	% Classe A	% Classe B	% Classe C	% relicenciadas	Antiguidade (anos)
Centro-Oeste	32,6	15,5	52,0	37,4	13,2
Nordeste	25,7	17,8	56,6	32,6	12,9
Norte	33,9	26,9	39,1	30,8	12,8
Sudeste	21,4	11,2	67,3	32,4	13,2
Sul	24,4	13,1	62,5	29,7	12,4

Fonte: elaboração própria a partir de Anatel (2026) e IBGE (2023, 2024, 2025).

As repetidoras — infraestrutura que amplia o alcance de estações móveis e portáteis e sustenta as redes de emergência — somam 1.221 na base (797 de pessoas físicas e 424 de associações); as 795 de titulares pessoa física com classe e datas válidas, que entram no conjunto municipal, estão distribuídas por apenas 436 municípios (7,8% do país), que concentram 43,3% da população. O Sudeste tem 346 repetidoras em 172 municípios, o Sul 216 em 124, o Nordeste 160 em 100, o Centro-Oeste 55 em 31 e o Norte 18 em 9 municípios.

4.5 Fatores associados à densidade

As correlações de Spearman entre a densidade municipal e os demais atributos são fracas: negativas com população (−0,27) e área (−0,29) e positivas com repetidoras (0,20) e PIB per capita (0,19). Isso antecipa o fraco desempenho dos modelos lineares (Tabela 4): na regressão, regressão linear, k-NN e SVM ficaram com R^2 próximo de zero, a árvore chegou a 0,31 e o Random Forest a 0,49 (RMSE 16,10, MAE 7,75), ou seja, cerca de metade da variação da densidade explicada. Na classificação em faixas, o Random Forest atingiu acurácia 0,73 e AUC 0,88, contra 0,33 de um classificador aleatório, e os erros concentram-se entre faixas vizinhas.

Tabela 4 – Regressão da densidade municipal — validação cruzada com 10 dobras.

Algoritmo	RMSE	MAE	R ²
Regressão linear	21,65	12,13	0,08
k-NN (k = 10)	21,80	12,39	0,06
Árvore de decisão (folha mín. 10)	18,66	9,31	0,31
Random Forest (100 árvores)	16,10	7,75	0,49
SVM (kernel RBF)	23,94	17,16	-0,13

Fonte: elaboração própria a partir de Anatel (2026) e IBGE (2023, 2024, 2025).

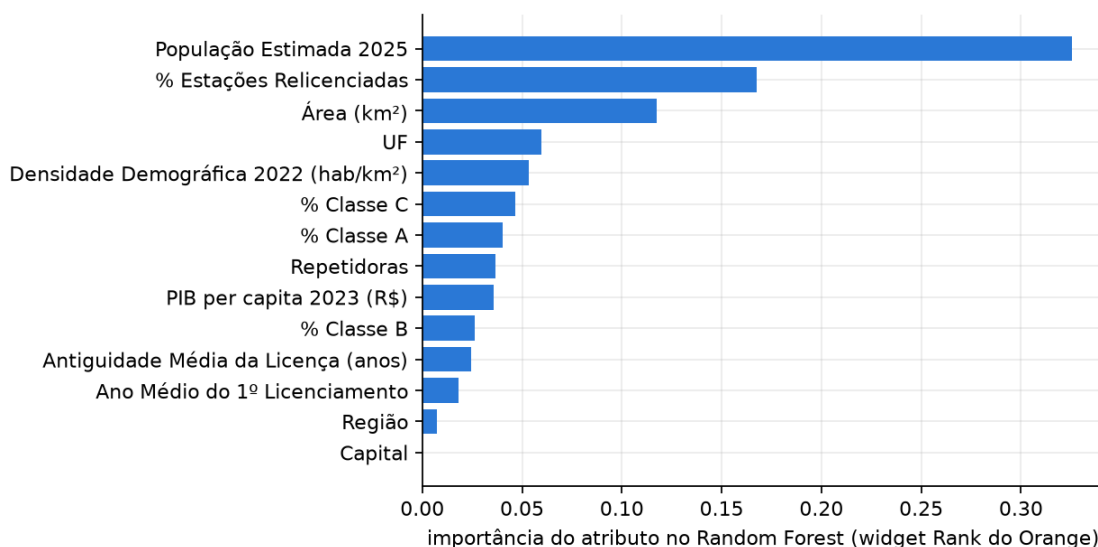
Tabela 5 – Classificação da faixa de densidade (tercis) — validação cruzada com 10 dobras.

Algoritmo	AUC	Acurácia	F1
Árvore de decisão (folha mín. 10)	0,86	0,71	0,71
k-NN (k = 10)	0,70	0,51	0,51
Random Forest (100 árvores)	0,88	0,73	0,73
Regressão logística	0,69	0,52	0,51
Naive Bayes	0,76	0,57	0,57
Rede neural (50 neurônios)	0,76	0,58	0,58

Fonte: elaboração própria a partir de Anatel (2026) e IBGE (2023, 2024, 2025).

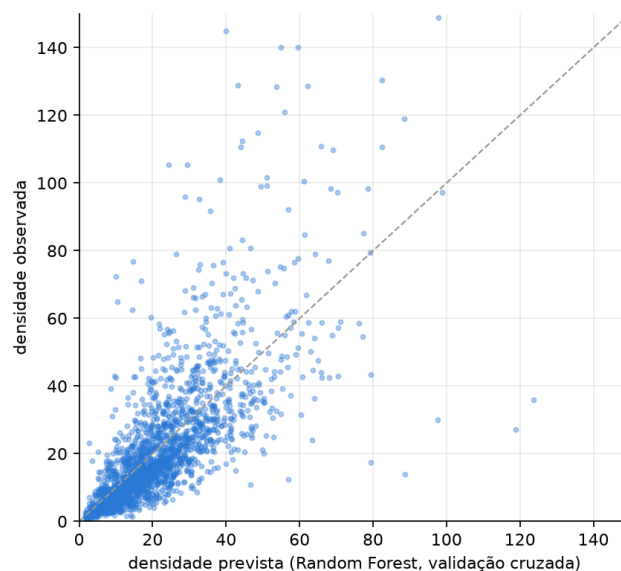
A importância dos atributos no Random Forest, exibida pelo widget Rank (Figura 6), indica que o que mais ajuda a prever a densidade é, em ordem, População Estimada 2025 (0,33), % Estações Relicenciadas (0,17), Área (km²) (0,12), UF (0,06), Densidade Demográfica 2022 (hab/km²) (0,05). O peso da população reflete o padrão descrito na seção 4.3; já o percentual de estações relicenciadas, segundo atributo, captura o engajamento do grupo local — onde os radioamadores renovam e atualizam suas estações, há mais radioamadores. A UF aparece à frente de renda e densidade demográfica, sinal de que fatores não captados pela renda — possivelmente história e organização local (clubes, regionais da Anatel, cultura da atividade) — têm peso relevante. A Figura 7 compara valores observados e previstos: o modelo acompanha bem a massa de municípios até cerca de 40 por 100 mil e subestima os extremos.

Figura 6 – Importância dos atributos no modelo Random Forest da densidade municipal (widget Rank, Random Forest como avaliador).



Fonte: elaboração própria a partir de Anatel (2026) e IBGE (2023, 2024, 2025).

Figura 7 – Densidade observada e prevista pelo Random Forest (validação cruzada), por município, até 150 por 100 mil habitantes.



Fonte: elaboração própria a partir de Anatel (2026) e IBGE (2023, 2024, 2025).

4.6 Mapa de oportunidade

A diferença entre a densidade prevista pelo modelo — dado o porte, a região, a renda e o perfil local — e a observada indica onde a atividade está aquém do potencial. Multiplicando esse déficit pela população, obtém-se uma estimativa de quantos titulares a mais o município teria se estivesse no nível esperado. A Tabela 6 lista, entre os municípios com 50 mil habitantes ou mais, os vinte com maior déficit absoluto. Oito das dez primeiras posições são capitais, com destaque para São Paulo e Rio de Janeiro (por escala) e para Salvador, Manaus, São Caetano do

Sul e Duque de Caxias, cuja densidade observada é menos da metade da prevista (a densidade de todas as capitais está no Apêndice A, Tabela 7). São lugares onde a infraestrutura (repetidoras, clubes) e a população já existem, e onde ações de divulgação, cursos preparatórios e aplicação de exames teriam maior alcance em relação ao esforço empregado.

Tabela 6 – Municípios com 50 mil habitantes ou mais e maior déficit estimado de radioamadores.

Município	UF	População 2025	Titulares	Densidade obs.	Densidade prev.	Déficit (titulares)
São Paulo	SP	11.904.961	2.057	17,3	24,0	799
Rio de Janeiro	RJ	6.730.729	1.133	16,8	28,0	750
Salvador	BA	2.564.204	190	7,4	17,1	248
Manaus	AM	2.303.732	133	5,8	14,3	196
São Caetano do Sul	SP	172.693	47	27,2	118,9	158
Duque de Caxias	RJ	866.225	78	9,0	26,4	150
Belo Horizonte	MG	2.415.872	430	17,8	23,0	125
João Pessoa	PB	897.633	322	35,9	48,4	112
Goiânia	GO	1.503.256	152	10,1	17,4	109
Belém	PA	1.397.315	118	8,4	16,0	106
Taboão da Serra	SP	285.307	31	10,9	46,6	102
Uberlândia	MG	761.835	83	10,9	24,2	101
Nilópolis	RJ	155.500	27	17,4	79,5	97
Guarulhos	SP	1.349.100	167	12,4	19,1	91
Jandira	SP	121.550	17	14,0	88,7	91
Serra	ES	579.720	47	8,1	23,3	88
Poá	SP	106.355	32	30,1	97,7	72
Santa Rita	PB	160.852	20	12,4	56,9	72
São Luís	MA	1.089.215	101	9,3	15,7	70
Cuiabá	MT	691.875	72	10,4	19,6	64

Fonte: elaboração própria a partir de Anatel (2026) e IBGE (2023, 2024, 2025).

Nota: déficit = (densidade prevista – densidade observada) × população ÷ 100 mil; previsão do Random Forest de 100 árvores em validação cruzada de 10 dobras e déficit calculado no Feature Constructor do fluxo fase2.ows.

No sentido oposto, municípios com densidade muito acima da prevista — Beberibe (CE, 8,5 vezes), Conceição do Coité (BA, 5,3 vezes), Caicó (RN, 4,2 vezes), Patos (PB, 3,6 vezes), Rio Grande (RS, 3,1 vezes) — merecem estudo qualitativo: que clube, repetidora, curso técnico ou liderança explica o desempenho, e o que disso pode ser replicado.

5 Discussão

O resultado mais evidente é a desigualdade territorial: a densidade de radioamadores no Norte é um quinto da do Sul e, dentro do Nordeste, convivem os dois estados mais densos do país (RN e PB) com o Maranhão, um dos menos densos. A composição por classe varia menos do que a densidade, e o relicenciamento não segue o mesmo mapa (o Sul, mais denso, é a região que menos relicencia); no nível municipal, porém, o percentual de estações relicenciadas é o segundo atributo mais importante do modelo, o que sugere que a diferença está menos no tipo de radioamador do que na existência de um grupo local que renova licenças, forma ingressantes e mantém repetidoras.

Um segundo ponto é o efeito do porte, que atua em duas camadas. Cidades muito pequenas raramente têm radioamadores, mas, quando têm, a densidade é alta; cidades grandes quase sempre têm, mas em proporção modesta da população. Para políticas de fomento, isso

sugere estratégias diferentes: nas pequenas, o desafio é criar o primeiro núcleo; nas grandes, é ampliar um núcleo que já existe, o que os resíduos do modelo indicam ser viável em várias capitais.

Um terceiro ponto é a retomada recente. Depois do mínimo de 2020, os primeiros licenciamentos voltaram a crescer e em 2025 alcançaram o maior valor em mais de dez anos. Como a grande maioria dos titulares está na Classe C, o desafio seguinte é a progressão de classe e a retenção, que os dados de relicenciamento permitem acompanhar ao longo do tempo.

6 Limitações

O retrato municipal depende das estações fixas e repetidoras, porque as móveis não têm município na base; radioamadores que só possuem estação móvel (54% das estações) entram apenas nas contagens por UF. A base é administrativa: contém licenças vencidas, grafias inconsistentes de município (três não puderam ser casadas com o IBGE e um município foi descartado por dado faltante) e registra titulares, não operadores ativos. O PIB per capita usa a população do Censo 2022 como denominador. As correlações e a importância de atributos descrevem associações, não causas: a presença de repetidoras, por exemplo, pode ser tanto causa quanto consequência de um grupo ativo. Por fim, o modelo explica cerca de metade da variação da densidade; atributos não disponíveis por município na fonte usada — escolaridade, faixa etária, presença de cursos técnicos, histórico de clubes — poderiam melhorar a explicação.

7 Conclusão

Com dados abertos da Anatel e do IBGE foi possível produzir um retrato municipal do radioamadorismo brasileiro, que não foi encontrado na literatura consultada: 20,4 radioamadores por 100 mil habitantes, concentrados no Sul, no Sudeste e em alguns estados do Nordeste; 3.281 municípios sem nenhuma estação fixa; uma base de ingressantes (Classe C) que volta a crescer desde 2020; e repetidoras presentes em menos de 8% dos municípios. A modelagem mostrou que o engajamento local explica a densidade mais do que a renda, e os resíduos do modelo apontam capitais onde a atividade está abaixo do esperado. O conjunto de dados, o notebook que o reproduz e os fluxos do Orange acompanham este artigo, de modo que o retrato pode ser atualizado a cada nova extração da Anatel.

Referências

ANATEL. **Estações licenciadas**: glossário e metadados. Brasília, DF: Anatel, 2019. Disponível em: https://www.anatel.gov.br/dadosabertos/PDA/Outorga/EstacoesLicenciadas/Glossario_e_Metadados.pdf. Acesso em: 20 ago. 2026.

ANATEL. **Ato nº 926, de 1º de fevereiro de 2024**. Aprova os Requisitos Técnicos e Operacionais de Uso de Radiofrequências para o Serviço de Radioamador. Brasília, DF: Anatel, 2024. Disponível em: <https://informacoes.anatel.gov.br/legislacao/atos-de-requisitos-tecnicos-de-gestao-do-espectro/2024/1919-ato-926>. Acesso em: 20 ago. 2026.

ANATEL. **Resolução nº 777, de 28 de abril de 2025**. Aprova o Regulamento Geral dos Serviços de Telecomunicações — RGST. Brasília, DF: Anatel, 2025. Disponível em: <https://informacoes.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2025/2022-resolucao-777>. Acesso em: 21 ago. 2026.

ANATEL. **Estações licenciadas**: estações do Serviço de Radioamador [conjunto de dados]. Brasília, DF: Anatel, 2026. Disponível em: https://www.anatel.gov.br/dadosabertos/paineis_de_dados/outorga_e_licenciamento/estacoes_licenciadas.zip. Acesso em: 20 ago. 2026.

BENEDITO, Ricardo da Silva. **Radioamadores e estações no Brasil**. 3. ed. São Paulo: LABRE, 2022. Disponível em: <https://www.labre.org.br/wp-content/uploads/2022/08/RADIOAMADORES-3a-EDICAO.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2026.

BREIMAN, Leo. Random forests. **Machine Learning**, v. 45, n. 1, p. 5-32, 2001.

CHAPMAN, Pete et al. **CRISP-DM 1.0**: step-by-step data mining guide. [S. l.]: SPSS, 2000.

DEMŠAR, Janez et al. Orange: data mining toolbox in Python. **Journal of Machine Learning Research**, v. 14, p. 2349-2353, 2013.

FACELI, Katti et al. **Inteligência artificial**: uma abordagem de aprendizado de máquina. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

IBGE. **Censo Demográfico 2022**: população residente, área territorial e densidade demográfica — tabela 4714. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/4714>. Acesso em: 20 ago. 2026.

IBGE. **Produto Interno Bruto dos Municípios 2023**: tabela 5938. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5938>. Acesso em: 20 ago. 2026.

IBGE. **Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação — 2025**: tabela 6579. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6579>. Acesso em: 20 ago. 2026.

APÊNDICE A — Capitais: titulares e densidade

Tabela 7 – Capitais das unidades da federação: titulares de estação fixa/repetidora e densidade por 100 mil habitantes (2026).

Capital	UF	Titulares (est. fixa/repetidora)	Por 100 mil hab
João Pessoa	PB	322	35,9
Curitiba	PR	616	33,7
Florianópolis	SC	191	32,5
Natal	RN	217	27,7
Porto Alegre	RS	374	26,9
Fortaleza	CE	554	21,5
Teresina	PI	183	20,2
Brasília	DF	604	20,2
Aracaju	SE	119	18,9
Vitória	ES	64	18,6
Campo Grande	MS	176	18,3
Belo Horizonte	MG	430	17,8
São Paulo	SP	2.057	17,3
Maceió	AL	170	17,1
Rio de Janeiro	RJ	1.133	16,8
Macapá	AP	75	15,3
Recife	PE	225	14,2
Boa Vista	RR	68	14,0
Cuiabá	MT	72	10,4
Goiânia	GO	152	10,1
Porto Velho	RO	50	9,7
São Luís	MA	101	9,3
Belém	PA	118	8,4
Rio Branco	AC	32	8,2
Salvador	BA	190	7,4
Palmas	TO	23	7,0
Manaus	AM	133	5,8

Fonte: elaboração própria a partir de Anatel (2026) e IBGE (2023, 2024, 2025).

APÊNDICE B — Materiais

Acompanham este artigo, na mesma pasta em que ele é distribuído: o conjunto de dados municipal (`radioamadores_municipios_fase1.csv`), a base da Anatel anonimizada (`Estacoes_Radioamador_anonimizado.csv`), o notebook de reprodução (`fase1_radioamadores.ipynb`) e os fluxos do Orange (`fase1.ows`, `fase2.ows`). Os dados originais estão nos endereços indicados nas referências. O projeto completo (PDFs, fontes LaTeX e materiais) está disponível em <https://isaklab.com/media/radioamadorismo/radioamadorismo-no-brasil-materiais.zip>; o conjunto de dados municipal e a base anonimizada também estão nos pacotes das duas fases que originaram o artigo: <https://isaklab.com/media/radioamadorismo/radioamadores-fase1-materiais.zip> (construção do conjunto) e <https://isaklab.com/media/radioamadorismo/radioamadores-fase2-materiais.zip> (modelagem no Orange).

Nota sobre o uso de inteligência artificial

Na elaboração deste artigo foi utilizado o assistente de programação Claude Code (Anthropic) como apoio à escrita do código de análise, à geração dos gráficos e à revisão do texto. Todos os números apresentados foram calculados diretamente das bases públicas citadas, pelos scripts e pelos fluxos do Orange que

acompanham o artigo; nenhum dado ou resultado foi produzido pelo assistente. As escolhas de método, a interpretação dos resultados e a redação final são do autor.

Como citar este artigo

RUAS, Isak Paulo de Andrade. **Radioamadorismo no Brasil**: um retrato por município a partir de dados abertos da Anatel e do IBGE. [S. l.]: nrolabs, 2026. Disponível em: <https://isaklab.com/pt/radioamadorismo-no-brasil/>. Acesso em: [data de acesso].