REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

DEPENDÊNCIA DO FPM E VULNERABILIDADE FISCAL DIANTE DE CHOQUES DE DÉFICIT HÍDRICO NOS MUNICÍPIOS DO AMAZONAS

DEPENDENCE ON THE MUNICIPAL PARTICIPATION FUND (FPM) AND FISCAL VULNERABILITY TO WATER DEFICIT SHOCKS IN AMAZONAS MUNICIPALITIES

DEPENDENCIA DEL FPM Y VULNERABILIDAD FISCAL ANTE CHOQUES DE DÉFICIT HÍDRICO EN LOS MUNICIPIOS DE AMAZONAS

Yunier Sarmiento Ramírez
Doutor em Economia, Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Brasil
E-mail: yunier@ufam.edu.br

Elisângela Leitão de Oliveira
Doutora em Ciências Ambientais, Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Brasil
E-mail: eloliveira@uea.edu.br

Edileuza Lobato da Cunha
Doutora em Turismo e Hotelaria, Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Brasil
E-mail: elobato@uea.edu.br

Felipe Soares Esteves
Mestre em Economia, Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA), Brasil
E-mail: festeves20@gmail.com

Yadira Yadira Pérez Cutino
Mestra em Administração, Faculdade SENAC AM, Brasil
E-mail: perezcutinoyadira@gmail.com

Resumo

O artigo avalia se a dependência do Fundo de Participação dos Municípios (FPM) intensifica os efeitos do déficit hídrico sobre a margem fiscal dos municípios do Amazonas. Utiliza-se um painel balanceado dos 62 municípios do estado, no período de 2014 a 2024, totalizando 682 observações município-ano. A margem fiscal é definida pela diferença proporcional entre receitas e despesas correntes, enquanto a dependência estrutural do FPM corresponde à participação média do fundo na receita corrente entre 2014 e 2016. A estratégia empírica compreende análise descritiva e modelos de efeitos fixos municipais, com erros-padrão robustos agrupados por município, além de uma especificação adicional com efeitos fixos anuais. Os resultados descritivos revelam elevada heterogeneidade fiscal e expressivo crescimento do déficit hídrico em 2023 e 2024. No modelo com efeitos fixos municipais,

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

o déficit hídrico apresenta associação negativa e estatisticamente significativa com a margem fiscal, e o termo de interação indica que essa redução é mais intensa nos municípios com maior dependência do FPM. Após a inclusão dos efeitos anuais, o efeito direto perde significância, enquanto a interação mantém sinal e magnitude semelhantes, com significância ao nível de 10%. As evidências oferecem suporte parcial à hipótese de que municípios mais dependentes do FPM apresentam maior vulnerabilidade fiscal diante de choques de déficit hídrico. A dependência do fundo, entretanto, não deve ser interpretada como causa direta da vulnerabilidade, mas como expressão de restrições econômicas, tributárias e institucionais mais amplas.

Palavras-chave: Déficit hídrico; Vulnerabilidade fiscal; Fundo de Participação dos Municípios; Mudanças climáticas; Amazonas.

Abstract

This paper assesses whether dependence on the Municipal Participation Fund (FPM) intensifies the effects of water deficit on the fiscal margin of municipalities in the state of Amazonas, Brazil. A balanced panel covering all 62 municipalities from 2014 to 2024 is used, totaling 682 municipality-year observations. The fiscal margin is defined as the proportional difference between current revenues and current expenditures, while structural FPM dependence corresponds to the fund's average share of current revenue between 2014 and 2016. The empirical strategy combines descriptive analysis and municipal fixed-effects models with municipality-clustered robust standard errors, complemented by a specification including year fixed effects. The descriptive results reveal substantial fiscal heterogeneity and a sharp increase in water deficit in 2023 and 2024. In the municipal fixed-effects model, water deficit is negatively and significantly associated with the fiscal margin, and the interaction term indicates that this reduction is stronger in municipalities with greater FPM dependence. After year fixed effects are included, the direct effect becomes statistically insignificant, whereas the interaction retains a similar sign and magnitude and remains significant at the 10% level. The findings provide partial support for the hypothesis that municipalities more dependent on the FPM are more fiscally vulnerable to water-deficit shocks. However, FPM dependence should not be interpreted as a direct cause of vulnerability, but rather as an indicator of broader economic, tax, and institutional constraints.

Keywords: Water deficit; Fiscal vulnerability; Municipal Participation Fund; Climate change; Amazonas.

Resumen

El artículo evalúa si la dependencia del Fondo de Participación de los Municipios (FPM) intensifica los efectos del déficit hídrico sobre el margen fiscal de los municipios del estado de Amazonas. Se utiliza un panel balanceado de los 62 municipios del estado, para el período comprendido entre 2014 y 2024,

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

lo que suma un total de 682 observaciones municipio-año. El margen fiscal se define como la diferencia proporcional entre los ingresos y los gastos corrientes, mientras que la dependencia estructural del FPM corresponde a la participación promedio de dicho fondo en los ingresos corrientes entre 2014 y 2016. La estrategia empírica comprende un análisis descriptivo y modelos de efectos fijos municipales, con errores estándar robustos agrupados por municipio, además de una especificación adicional que incluye efectos fijos anuales. Los resultados descriptivos revelan una elevada heterogeneidad fiscal y un crecimiento significativo del déficit hídrico en 2023 y 2024. En el modelo con efectos fijos municipales, el déficit hídrico presenta una asociación negativa y estadísticamente significativa con el margen fiscal; el término de interacción indica que dicha reducción es más intensa en los municipios con una mayor dependencia del FPM. Tras la inclusión de los efectos anuales, el efecto directo pierde significatividad, mientras que la interacción mantiene un signo y una magnitud similares, con significatividad al nivel del 10 %. Las evidencias respaldan parcialmente la hipótesis de que los municipios más dependientes del FPM presentan una mayor vulnerabilidad fiscal ante choques derivados del déficit hídrico. No obstante, la dependencia de este fondo no debe interpretarse como una causa directa de la vulnerabilidad, sino como una manifestación de restricciones económicas, tributarias e institucionales más amplias.

Palabras clave: Déficit de agua; Vulnerabilidad fiscal; Fondo de Participación Municipal; Cambio climático; Amazonas.

1. Introdução

As mudanças climáticas constituem uma fonte crescente de riscos econômicos e fiscais, especialmente em territórios cuja produção, mobilidade e prestação de serviços dependem diretamente das condições ambientais. Secas, enchentes e ondas de calor podem provocar perdas produtivas, danos à infraestrutura, interrupções logísticas e aumento das demandas dirigidas ao setor público, afetando o crescimento, o bem-estar e a estabilidade das finanças públicas (Stern, 2007; Nordhaus, 2017).

Os impactos desses choques são distribuídos de forma desigual. Territórios com menor diversificação econômica, baixa capacidade arrecadatória e limitada capacidade de adaptação tendem a suportar perdas relativamente maiores (Carleton; Hsiang, 2016; Callahan; Mankin, 2022; Quante et al., 2024). No nível municipal, eventos climáticos adversos podem reduzir receitas associadas à atividade econômica e, simultaneamente, ampliar despesas com abastecimento, transporte, saúde, assistência e recuperação de infraestrutura, pressionando o equilíbrio entre receitas e despesas correntes (Chung, 2020; Tavares, 2021).

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

Essa questão é particularmente relevante no Amazonas, onde os rios exercem papel central na mobilidade, no abastecimento e no funcionamento das atividades econômicas. Secas severas podem reduzir a navegabilidade, elevar custos logísticos e dificultar o acesso de comunidades a bens e serviços essenciais (Nobre et al., 2016; Marengo et al., 2018; Lima et al., 2024). Além disso, a estrutura econômica e institucional do estado é marcada por fortes desigualdades entre Manaus e os municípios do interior, muitos dos quais apresentam baixa diversificação produtiva, limitações administrativas e forte dependência de transferências intergovernamentais (Sathler; Monte-Mór; Carvalho, 2009).

Entre essas transferências, destaca-se o Fundo de Participação dos Municípios (FPM), cuja importância é maior nas localidades com reduzida capacidade de arrecadação própria. A elevada participação do FPM na receita corrente pode contribuir para sustentar o financiamento municipal, mas também pode sinalizar menor autonomia fiscal e maior fragilidade estrutural. Evidências para o Amazonas apontam forte dependência dos municípios em relação às transferências da União, especialmente ao FPM (Mendonça; Ferreira; Costa, 2019).

Diante desse contexto, a vulnerabilidade fiscal não depende apenas da intensidade do choque climático, mas também da estrutura de financiamento de cada município. Um mesmo déficit hídrico pode produzir efeitos distintos em localidades com maior autonomia arrecadatória e naquelas mais dependentes de recursos externos. Estudos anteriores indicam que variáveis associadas às condições hidrológicas apresentam relação relevante com os indicadores fiscais dos municípios amazonenses e que esses efeitos são heterogêneos entre as unidades municipais (Esteves, 2026).

Assim, o artigo busca responder à seguinte questão: a dependência do FPM intensifica os efeitos do déficit hídrico sobre a margem fiscal dos municípios do Amazonas? A hipótese central é que municípios estruturalmente mais dependentes do FPM apresentam maior sensibilidade fiscal diante do aumento do déficit hídrico.

O objetivo do estudo é avaliar se a dependência do FPM intensifica os

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

efeitos do déficit hídrico sobre a margem fiscal dos municípios do Amazonas. Para isso, utiliza-se um painel balanceado dos 62 municípios do estado entre 2014 e 2024, com estimação de modelos de efeitos fixos municipais e especificação adicional com efeitos fixos anuais. A contribuição do artigo está em integrar exposição climática, desempenho fiscal e dependência de transferências intergovernamentais em escala municipal, oferecendo evidências aplicadas para a gestão fiscal e o planejamento de políticas de adaptação climática.

2. Revisão da Literatura

As mudanças climáticas deixaram de ser compreendidas apenas como um problema ambiental de longo prazo e passaram a constituir uma fonte de riscos econômicos sistêmicos. A intensificação de secas, enchentes, ondas de calor e outros eventos extremos pode comprometer a infraestrutura, a produção, o emprego, a segurança alimentar e a capacidade financeira do setor público. Esse enquadramento aproxima o debate climático da economia do bem-estar, uma vez que as emissões de gases de efeito estufa produzem externalidades negativas cujos custos não são integralmente suportados pelos agentes emissores e se distribuem de maneira desigual entre territórios e gerações (Stern, 2007; Nordhaus, 2017; Page, 2008). O texto apresentado a seguir foi reelaborado a partir da literatura sistematizada na pesquisa de Esteves (2026), mas adota organização e argumentação próprias, direcionadas ao problema deste artigo.

A literatura econômica identifica diferentes canais pelos quais os choques climáticos afetam o desempenho dos territórios. Eventos extremos podem reduzir a produtividade do trabalho, interromper cadeias produtivas, danificar a infraestrutura e afetar a oferta de bens e serviços. Carleton e Hsiang (2016) demonstram que as condições climáticas influenciam resultados econômicos e sociais por múltiplas vias, incluindo produtividade, saúde, conflitos e desempenho laboral. Callahan e Mankin (2022), por sua vez, mostram que os efeitos do calor extremo sobre o crescimento econômico são persistentes e distribuídos de forma desigual, recaindo com maior intensidade sobre economias de menor renda. Essa assimetria também é identificada por Quante et al. (2024), para quem a variabilidade climática pode ampliar desigualdades preexistentes, pois localidades

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

com menor capacidade de adaptação tendem a suportar perdas proporcionalmente maiores.

Os efeitos econômicos não se limitam à produção agregada. Alterações nas condições de temperatura, precipitação e disponibilidade hídrica podem afetar a agricultura, a indústria, o emprego, os preços e a renda. Assad e Assad (2024) destacam que a mudança do clima compromete a produtividade agropecuária e a segurança alimentar, exigindo estratégias de adaptação produtiva. No mesmo sentido, Oliveira, Prado e Monteiro (2022) evidenciam que produtores e atores locais já percebem impactos climáticos relevantes sobre a agricultura, particularmente em áreas expostas a alterações nos regimes de precipitação e a eventos extremos. Em economias municipais dependentes de atividades primárias, esses efeitos podem reduzir a base tributária, afetar a circulação de renda e elevar a demanda por intervenção pública.

A dimensão fiscal constitui, portanto, um dos principais mecanismos de transmissão dos choques climáticos para os governos subnacionais. Os eventos extremos podem reduzir receitas vinculadas à atividade econômica e, simultaneamente, exigir aumento de despesas com saúde, infraestrutura, transporte, assistência social, abastecimento e recuperação de áreas afetadas. Esse movimento produz pressão sobre o equilíbrio entre receitas e despesas correntes, podendo reduzir a margem disponível para a manutenção de serviços públicos e a realização de investimentos.

A análise de municípios cearenses realizada por Tavares (2021) mostra que os desastres naturais podem provocar elevação das despesas públicas, especialmente dos investimentos, ao mesmo tempo que afetam negativamente as receitas tributárias. Embora as receitas correntes possam aumentar em razão de transferências recebidas após os eventos, esse crescimento não representa necessariamente melhora estrutural da capacidade fiscal municipal. Em muitos casos, reflete uma resposta compensatória do setor público diante de perdas econômicas e demandas emergenciais. De forma convergente, Chung (2020) argumenta que desastres podem comprometer as finanças locais por meio dos custos de reconstrução, da desvalorização de propriedades e da redução da base

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

econômica, reforçando a necessidade de incorporar riscos climáticos ao planejamento fiscal.

Essas evidências permitem compreender a vulnerabilidade fiscal como a dificuldade de preservar o equilíbrio orçamentário e a prestação de serviços diante de choques adversos. Ela não depende apenas da intensidade do evento climático, mas também da estrutura econômica, da capacidade arrecadatória, das condições institucionais e das fontes de financiamento disponíveis em cada município. Dessa forma, municípios expostos ao mesmo choque podem apresentar respostas fiscais distintas, conforme suas condições estruturais e sua capacidade de mobilizar recursos.

A desigualdade na exposição e na capacidade de resposta está relacionada ao debate sobre justiça climática. Page (2008) sustenta que os custos das mudanças climáticas envolvem questões distributivas e intergeracionais, uma vez que os territórios menos responsáveis pelas emissões podem sofrer efeitos mais intensos e possuir menor capacidade de adaptação. Carty e Walsh (2022) também destacam que populações e regiões vulneráveis concentram parcela relevante das perdas e danos associados aos eventos climáticos. No âmbito municipal, esse argumento implica reconhecer que isolamento geográfico, pobreza, baixa diversificação econômica, limitações administrativas e dependência de transferências podem ampliar a sensibilidade fiscal aos choques ambientais.

Essa discussão é particularmente relevante para o Amazonas. A estrutura econômica estadual é caracterizada pela elevada concentração da atividade produtiva e institucional em Manaus, enquanto grande parte dos municípios do interior depende de atividades primárias, extrativistas e do setor público. Sathler, Monte-Mór e Carvalho (2009) destacam que o processo de urbanização amazônico ocorre em uma rede territorial marcada por grandes distâncias, desigualdades e forte dependência dos rios. Essas particularidades limitam a integração econômica e elevam os custos de mobilidade, abastecimento e prestação de serviços públicos.

Nos municípios do interior, as restrições econômicas são acompanhadas por limitações institucionais, orçamentárias e administrativas. A escassez de infraestrutura, recursos humanos e capacidade técnica reduz a autonomia para

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

desenvolver políticas de prevenção, adaptação e resposta aos eventos extremos. Ao mesmo tempo, a elevada participação das transferências federais na composição das receitas torna as finanças municipais menos dependentes da geração local de recursos, mas também revela bases econômicas e tributárias restritas.

Nesse contexto, o Fundo de Participação dos Municípios ocupa posição central. O FPM constitui uma transferência constitucional da União destinada à redistribuição de recursos e ao financiamento das administrações municipais. Para municípios com baixa arrecadação própria, o fundo representa uma parcela expressiva das receitas correntes e contribui para financiar despesas essenciais. Mendonça, Ferreira e Costa (2019) identificam elevado grau de dependência financeira dos municípios amazonenses em relação às transferências da União, destacando o FPM como principal fonte de receitas para a maioria das unidades analisadas.

A dependência do FPM pode ser interpretada sob duas perspectivas complementares. De um lado, as transferências intergovernamentais asseguram regularidade de receitas e podem reduzir os efeitos imediatos de quedas na arrecadação local. Em situações de choque econômico ou climático, essa estabilidade pode contribuir para preservar serviços públicos e reduzir a volatilidade das receitas municipais. De outro lado, uma participação muito elevada do FPM pode sinalizar menor autonomia fiscal, baixa diversificação econômica e capacidade arrecadatória limitada. Nesse caso, a dependência não representa, por si mesma, causa da vulnerabilidade, mas uma característica associada a estruturas municipais mais frágeis.

Essa distinção é fundamental para a interpretação do presente artigo. O interesse não reside em afirmar que o FPM torna os municípios vulneráveis, mas em examinar se os municípios estruturalmente mais dependentes apresentam maior sensibilidade fiscal diante dos choques de déficit hídrico. Uma interação negativa entre déficit hídrico e dependência do FPM pode indicar que a margem fiscal se deteriora mais intensamente nos municípios com menor autonomia arrecadatória e maior dependência de recursos externos.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

No caso amazônico, o déficit hídrico representa um canal climático particularmente relevante. A dinâmica econômica e social da região está profundamente vinculada ao regime dos rios, que funcionam como vias de transporte, integração territorial e acesso a bens e serviços. Alterações na disponibilidade hídrica podem reduzir a navegabilidade, dificultar o abastecimento, elevar o custo do transporte e interromper o escoamento da produção. Marengo et al. (2018) mostram que mudanças no clima e no uso da terra afetam os padrões hidrológicos da Amazônia, aumentando os riscos associados a eventos extremos. Nobre et al. (2016) alertam que a interação entre mudanças climáticas e transformações no uso do solo pode provocar alterações profundas no funcionamento do sistema amazônico, com repercussões ambientais, econômicas e sociais.

As secas severas produzem consequências especialmente importantes em municípios isolados e dependentes do transporte fluvial. Lima et al. (2024) demonstram que a redução da navegabilidade dos rios durante períodos de seca pode isolar comunidades amazônicas, afetando o acesso a alimentos, combustíveis, medicamentos e serviços básicos. Nesses territórios, o choque hídrico não se limita a uma alteração ambiental: ele modifica os custos de funcionamento da economia local e da própria administração municipal.

A relação entre déficit hídrico e finanças municipais pode ocorrer por diferentes canais. Pelo lado da receita, a redução da atividade produtiva, do comércio e da circulação de mercadorias pode afetar tributos próprios e transferências relacionadas ao desempenho econômico. Pelo lado da despesa, o poder público pode enfrentar custos adicionais com transporte, abastecimento, assistência, saúde e manutenção da infraestrutura. O efeito líquido sobre a margem fiscal dependerá da intensidade e da combinação desses movimentos.

Além disso, as transferências intergovernamentais podem responder aos eventos por meio de repasses extraordinários, compensações ou mudanças na composição das receitas públicas. Por essa razão, um crescimento das receitas correntes durante períodos de déficit hídrico não deve ser interpretado automaticamente como benefício econômico do choque. Ele pode representar

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

resposta institucional a uma situação adversa, enquanto despesas, perdas produtivas e demandas sociais também se elevam. A análise da margem fiscal é relevante justamente porque considera conjuntamente o comportamento das receitas e das despesas correntes.

Evidências para os municípios amazonenses indicam que variáveis relacionadas ao balanço hídrico apresentam associação mais consistente com os indicadores fiscais do que variáveis exclusivamente térmicas. Esteves (2026) identifica que déficit hídrico, umidade do solo e precipitação ocupam posição central na relação entre clima e finanças municipais, enquanto os efeitos sobre o PIB municipal apresentam menor regularidade. Esses resultados reforçam a importância de examinar o canal fiscal e a heterogeneidade entre municípios, especialmente em um contexto de elevada dependência de transferências intergovernamentais.

O debate sobre vulnerabilidade fiscal exige, portanto, integrar três dimensões. A primeira é a exposição climática, representada pela intensidade do déficit hídrico. A segunda é a sensibilidade econômica e fiscal, associada aos efeitos do choque sobre receitas, despesas e prestação de serviços. A terceira é a capacidade adaptativa, vinculada à autonomia arrecadatória, à diversificação econômica e às condições institucionais do município. A dependência do FPM situa-se nessa terceira dimensão como indicador de uma estrutura fiscal na qual as transferências federais possuem participação elevada.

A partir dessa abordagem, a vulnerabilidade não é compreendida como simples ausência de recursos, mas como resultado da interação entre exposição ao choque e capacidade de absorvê-lo. Municípios mais dependentes podem apresentar receitas correntes relativamente estáveis em períodos normais, mas possuir menor flexibilidade para responder a pressões extraordinárias. Quando o déficit hídrico eleva despesas ou reduz a atividade econômica, a baixa autonomia fiscal pode limitar a capacidade de recompor a margem corrente sem comprometer serviços essenciais.

O analisado até agora permite formular a expectativa de que choques de déficit hídrico estejam associados à deterioração da margem fiscal e de que esse

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

efeito seja heterogêneo conforme a estrutura de financiamento municipal. Espera-se que municípios com maior dependência estrutural do FPM apresentem maior vulnerabilidade fiscal, não porque o fundo cause diretamente essa condição, mas porque sua elevada participação nas receitas pode refletir baixa capacidade arrecadatória própria, base produtiva restrita e limitações institucionais. Essa relação fundamenta a inclusão do termo de interação entre déficit hídrico e dependência do FPM na análise econométrica.

3. Metodologia

Esta pesquisa possui natureza quantitativa e aplicada, com componentes descritivo e explicativo, e busca analisar em que medida a dependência do Fundo de Participação dos Municípios (FPM) modifica a relação entre choques de déficit hídrico e vulnerabilidade fiscal nos municípios do estado do Amazonas. O recorte espacial compreende os 62 municípios amazonenses, observados anualmente entre 2014 e 2024, resultando em um painel balanceado composto por 682 observações município-ano. A construção da base segue os procedimentos de integração, tratamento e padronização descritos por Esteves (2026), que integrou informações fiscais, populacionais e climáticas para a totalidade dos municípios do estado. Esteves (2026) identificou, ainda, maior capacidade explicativa das variáveis relacionadas às condições hidrológicas sobre os indicadores fiscais municipais, bem como heterogeneidade territorial nos efeitos climáticos, fornecendo fundamento empírico para o aprofundamento proposto neste artigo.

A utilização de dados em painel permite combinar as dimensões transversal e temporal, explorando tanto as diferenças existentes entre os municípios quanto as variações ocorridas em cada unidade ao longo do período. Em comparação com modelos baseados apenas em cortes transversais ou séries temporais agregadas, essa estrutura permite controlar fatores municipais não observados que permanecem constantes no tempo, reduzindo o viés associado à omissão de características estruturais invariantes (Baltagi, 2005; Gujarati; Porter, 2011; Wooldridge, 2010). A estrutura longitudinal é particularmente adequada ao contexto amazonense, pois permite considerar simultaneamente a variação temporal e as diferenças estruturais entre os municípios (Esteves, 2026; Baltagi,

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

2005; Wooldridge, 2010).

Os dados utilizados são secundários e provenientes de bases públicas. As informações fiscais foram extraídas do Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro, mantido pela Secretaria do Tesouro Nacional, compreendendo a receita corrente, a despesa corrente liquidada e o valor líquido das transferências do FPM. As informações populacionais e os índices utilizados para atualização monetária foram obtidos em bases do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Os valores fiscais foram convertidos para preços de dezembro de 2024 e, posteriormente, divididos pela população municipal, originando indicadores reais per capita. A integração das informações foi realizada por meio da combinação entre o código municipal do IBGE e o ano, preservando a correspondência entre as dimensões fiscal, demográfica e climática da base (Esteves, 2026).

A variável dependente é a margem fiscal municipal, construída pela diferença entre a receita corrente real per capita e a despesa corrente real per capita, dividida pela receita corrente real per capita:

$$MargemFiscal_{it} = \frac{ReceitaCorrenteRealPC_{it} - DespesaCorrenteRealPC_{it}}{ReceitaCorrenteRealPC_{it}}$$

em que i representa o município e $t$corresponde ao ano. O indicador expressa a parcela da receita corrente que permanece após a cobertura das despesas correntes e, por ser uma medida relativa, possibilita a comparação entre municípios com diferentes dimensões orçamentárias. Sua interpretação é realizada da seguinte forma:

$MargemFiscal_{it} > 0$: a receita corrente supera a despesa corrente;

$MargemFiscal_{it} = 0$: a receita corrente e a despesa corrente são iguais;

$MargemFiscal_{it} < 0$: a despesa corrente supera a receita corrente.

Assim, valores positivos indicam a existência de folga fiscal corrente, enquanto valores negativos representam situações em que a receita corrente não foi suficiente para cobrir integralmente as despesas correntes do respectivo

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

exercício. A margem fiscal deve ser compreendida como indicador da posição fiscal corrente, e não como medida completa de sustentabilidade fiscal, pois não incorpora diretamente despesas de capital, endividamento, restos a pagar ou disponibilidade de caixa.

A variável climática principal é a anomalia padronizada do déficit hídrico, denominada def_anom_z. Os dados climáticos foram obtidos da base TerraClimate, que disponibiliza informações mensais de clima e balanço hídrico em elevada resolução espacial. Essa base combina informações observacionais e procedimentos de modelagem climática, sendo aplicável a estudos territoriais em diferentes escalas (Abatzoglou et al., 2018). Para os municípios amazonenses, os dados do TerraClimate foram organizados e agregados em escala municipal, permitindo a construção de indicadores climáticos anuais comparáveis ao longo do período analisado (Abatzoglou et al., 2018; Esteves, 2026).

A variável de déficit hídrico representa a insuficiência relativa de água diante da demanda climática e constitui uma medida pertinente para o contexto amazônico, no qual o regime hidrológico influencia a navegabilidade, o abastecimento, o escoamento da produção e o acesso a comunidades e serviços públicos. Valores positivos mais elevados de def_anom_z correspondem a condições de maior déficit hídrico, enquanto valores negativos indicam situações de menor déficit em relação ao padrão histórico local.

A construção do indicador climático partiu da comparação do valor observado em cada município e ano com sua normal climatológica. Inicialmente, calculou-se a anomalia absoluta:

$$A_{it} = X_{it} - \bar{X}_i^{clim}$$

em que X_{it} corresponde ao valor observado da variável climática no município i, no ano t, e $\bar{X}_i^{clim}$ representa a média climatológica histórica do município. Em seguida, a anomalia foi padronizada pelo respectivo desvio-padrão histórico:

$$Z_{it} = \frac{X_{it} - \bar{X}_i^{clim}}{\sigma_i^{clim}}$$

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

A padronização transforma a variável em unidades de desvio-padrão e permite comparar municípios caracterizados por diferentes níveis climáticos de referência. Consequentemente, o coeficiente associado a def_anom_z informa a variação esperada na margem fiscal diante do aumento de um desvio-padrão no déficit hídrico em relação ao comportamento histórico do próprio município. A transformação em anomalias padronizadas segue a estratégia de comparar os valores observados com o comportamento climático histórico de cada município, expressando os desvios em unidades de desvio-padrão (Esteves, 2026).

A dependência contemporânea do FPM foi inicialmente calculada pela razão entre o valor líquido real per capita do fundo e a receita corrente real per capita:

$$DependenciaFPM_{it} = \frac{FPMRealPC_{it}}{ReceitaCorrenteRealPC_{it}}$$

O indicador representa a participação das transferências do FPM na receita corrente municipal. Valores mais elevados indicam maior peso relativo do fundo na estrutura das receitas correntes e, portanto, menor autonomia em relação a essa transferência intergovernamental. A participação do FPM na receita corrente é utilizada como indicador da dependência municipal em relação às transferências federais, especialmente relevante em contextos caracterizados por baixa capacidade arrecadatória própria.

Para evitar que a medida de dependência fosse determinada por oscilações fiscais contemporâneas ocorridas ao longo de todo o período, construiu-se uma medida estrutural baseada nos anos iniciais da amostra. Para cada município, calculou-se a média da participação do FPM na receita corrente entre 2014 e 2016:

$$DependenciaFPM_i^{base} = \frac{1}{3}\sum_{t=2014}^{2016} D\ ependenciaFPM_{it}$$

A utilização do período inicial busca representar uma característica fiscal preexistente dos municípios, anterior aos episódios mais intensos de déficit hídrico observados no final da série. A medida permanece constante para cada município

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

durante todo o painel e reduz a possibilidade de que mudanças contemporâneas na própria receita corrente afetem simultaneamente a margem fiscal e o indicador de dependência.

Posteriormente, a dependência estrutural foi centralizada em torno da média dos 62 municípios:

$$DependenciaFPM_i^c = DependenciaFPM_i^{base} - \bar{DependenciaFPM}^{base}$$

A centralização não altera a dispersão, a ordenação dos municípios ou o coeficiente do termo de interação, mas modifica o ponto de referência dos efeitos principais. Com essa transformação, $DependenciaFPM_i^c = 0$ representa um município com dependência igual à média da amostra; valores positivos indicam dependência acima da média; e valores negativos representam dependência inferior à média. Em modelos com interações multiplicativas, a interpretação dos coeficientes principais depende do valor assumido pela variável moderadora, razão pela qual a centralização facilita a leitura substantiva do parâmetro climático (Brambor; Clark; Golder, 2006).

A análise empírica foi desenvolvida em duas etapas. Na primeira, realizou-se a análise descritiva da margem fiscal, da participação do FPM na receita corrente e do déficit hídrico. Foram calculadas medidas de tendência central, dispersão e posição, incluindo média, mediana, desvio-padrão, valores mínimo e máximo e quartis. A distribuição da margem fiscal e da dependência do FPM foi examinada por meio de diagramas de caixa e bigodes, com identificação das observações extremas por município e ano. Para o déficit hídrico, analisou-se a evolução de sua média anual entre 2014 e 2024. Também foi construído um gráfico de dispersão entre a dependência estrutural do FPM centralizada e a margem fiscal média de cada município, com a finalidade de representar a heterogeneidade fiscal municipal. Essa representação possui natureza descritiva e sua reta de ajuste não deve ser interpretada como evidência de causalidade.

Na segunda etapa, estimaram-se modelos econométricos com efeitos fixos municipais. A especificação básica é representada por:

$$MargemFiscal_{it} = \beta_1 Deficit_{it} + \beta_2 (Deficit_{it} \times DependenciaFPM_i^c) + \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

em que $MargemFiscal_{it}$ representa a margem fiscal do município i no ano t; $Deficit_{it}$ corresponde à anomalia padronizada do déficit hídrico; $DependenciaFPM_i^c$ é a dependência estrutural do FPM centralizada; α_i representa o efeito específico municipal; e ε_{it} corresponde ao termo de erro idiossincrático.

O estimador de efeitos fixos controla características específicas dos municípios que permanecem constantes ao longo do tempo, permitindo que esses fatores não observados estejam correlacionados com as variáveis explicativas. Entre essas características podem estar a localização geográfica, o isolamento territorial, a infraestrutura histórica, a base econômica persistente e aspectos institucionais relativamente estáveis (Fávero, 2017; Wooldridge, 2010). A adoção de efeitos fixos é adequada quando as características não observadas e invariantes dos municípios podem estar correlacionadas com as variáveis explicativas, permitindo controlar fatores territoriais e institucionais persistentes (Baltagi, 2005; Fávero; Belfiore, 2017; Wooldridge, 2010).

Como a dependência estrutural do FPM permanece constante durante o painel, seu efeito principal é absorvido pelos efeitos fixos municipais e não pode ser estimado separadamente. Entretanto, sua interação com o déficit hídrico varia ao longo do tempo porque a variável climática é temporalmente variável, permitindo identificar se municípios com diferentes graus de dependência apresentam respostas fiscais distintas diante do choque.

Como especificação adicional, estimou-se um segundo modelo com efeitos fixos municipais e anuais:

$$MargemFiscal_{it} = \beta_1 Deficit_{it} + \beta_2 (Deficit_{it} \times DependenciaFPM_i^c) + \alpha_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

em que λ_t representa os efeitos fixos específicos de cada ano. A inclusão desses efeitos controla acontecimentos compartilhados por todos os municípios em determinado exercício, como alterações macroeconômicas, mudanças institucionais, variações nacionais ou estaduais das transferências e efeitos fiscais associados à pandemia. Nesse modelo, a identificação da relação climática decorre principalmente das diferenças de intensidade do déficit hídrico entre

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

municípios dentro do mesmo ano, e não da variação climática comum a todo o estado ao longo do tempo. Os modelos de efeitos fixos com controles temporais são amplamente utilizados para separar a heterogeneidade permanente das unidades dos choques agregados específicos de cada período (Wooldridge, 2010).

O primeiro modelo constitui a especificação básica, enquanto a inclusão dos efeitos anuais representa uma especificação mais restritiva, utilizada para avaliar a sensibilidade dos coeficientes aos choques temporais comuns. A comparação entre as duas estimações permite verificar se a associação identificada permanece após a retirada da variação climática e fiscal compartilhada entre os municípios em cada ano.

Como o modelo contém uma interação multiplicativa, os coeficientes não devem ser interpretados de maneira isolada. O parâmetro $\beta_1$representa o efeito do déficit hídrico quando a dependência centralizada é igual a zero, isto é, para um município com dependência estrutural do FPM igual à média da amostra. O efeito marginal do déficit hídrico é dado por:

$$\frac{\partial MargemFiscal_{it}}{\partial Deficit_{it}} = \beta_1 + \beta_2 DependenciaFPM_i^c$$

O coeficiente β_2 mostra como a associação entre déficit hídrico e margem fiscal varia conforme a dependência do FPM.

Se $\beta_2 < 0$, o efeito do déficit hídrico torna-se mais adverso à medida que aumenta a dependência do fundo; se $\beta_2 > 0$, a maior dependência reduz a intensidade do efeito negativo; e, caso β_2 não seja estatisticamente diferente de zero, não haverá evidência de que a dependência modifique essa relação. A interpretação de modelos interativos requer a análise do efeito marginal para diferentes valores da variável moderadora, e não apenas a observação isolada do coeficiente principal ou da interação (Brambor; Clark; Golder, 2006).

De acordo com o enfoque deste artigo, um coeficiente de interação negativo é interpretado como evidência de maior vulnerabilidade fiscal nos municípios estruturalmente mais dependentes do FPM. Essa interpretação não significa que o recebimento do fundo provoque diretamente a vulnerabilidade. A elevada

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

dependência pode representar um conjunto de condições estruturais mais amplas, como menor capacidade de arrecadação própria, base econômica restrita, isolamento geográfico e limitações institucionais.

Os modelos foram estimados pelo estimador within de efeitos fixos, com erros-padrão robustos agrupados por município. Esse procedimento permite que os erros apresentem heterocedasticidade e correlação dentro de cada município ao longo do tempo, sem pressupor independência entre as observações pertencentes à mesma unidade. A inferência robusta ao agrupamento é recomendada quando a estrutura dos dados pode gerar dependência intragrupo, como ocorre em painéis municipais acompanhados durante vários períodos (Cameron; Miller, 2015; Wooldridge, 2010). A segunda edição da obra de Wooldridge amplia, inclusive, o tratamento dos problemas de agrupamento em dados microeconométricos.

A significância estatística foi avaliada aos níveis de 1%, 5% e 10%, juntamente com os intervalos de confiança de 95%. Também foram examinados o teste de significância conjunta dos regressores e os coeficientes de determinação within, between e overall. O R^2within recebe maior atenção porque indica a parcela da variação da margem fiscal dentro dos municípios ao longo do tempo explicada pelas variáveis incluídas no modelo. As estimações foram realizadas no software Stata 17.0.

Por fim, os resultados devem ser interpretados como associações condicionais, e não como efeitos causais definitivos. Embora os efeitos fixos municipais controlem características invariáveis das unidades e os efeitos anuais absorvam choques temporais comuns, podem permanecer fatores não observados que variam simultaneamente entre municípios e anos. Além disso, a dependência do FPM constitui uma característica fiscal relacionada a outras condições econômicas e institucionais. Desse modo, o termo de interação permite identificar diferenças de sensibilidade fiscal diante do déficit hídrico, mas não permite atribuir ao FPM, isoladamente, a causa da vulnerabilidade observada.

4. Resultados e Discussão

Esta seção apresenta e discute os resultados obtidos para os municípios do

CC BY

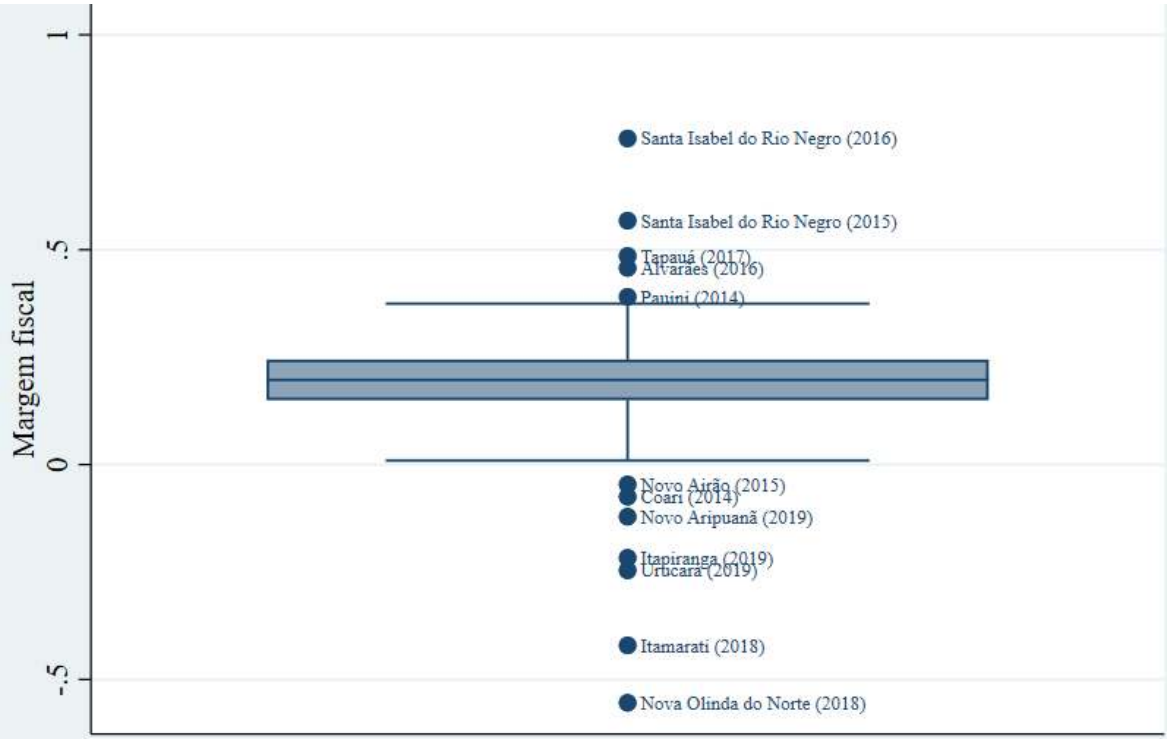
REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

Amazonas no período de 2014 a 2024. Inicialmente, realiza-se uma análise descritiva da margem fiscal municipal, com o objetivo de examinar sua distribuição, tendência central, dispersão e observações extremas. Em seguida, são apresentados os resultados dos modelos econométricos utilizados para avaliar a relação entre o déficit hídrico, a dependência do Fundo de Participação dos Municípios e a margem fiscal.

A Figura 1 apresenta a distribuição das 682 observações da margem fiscal referentes aos 62 municípios do Amazonas entre 2014 e 2024. Embora as estatísticas descritivas tenham sido utilizadas para complementar a interpretação, optou-se por apresentar graficamente os resultados, uma vez que o diagrama de caixa permite visualizar simultaneamente a tendência central, a dispersão e as observações extremas da variável.

Figura 1 – Distribuição da margem fiscal dos municípios do Amazonas



Fonte: Elaboração própria com base nos dados fiscais municipais utilizados na pesquisa, 2014–2024

Conforme observado na Figura 1, a margem fiscal apresentou média de 0,192 e mediana de 0,197, indicando que, em termos médios, o saldo entre receitas e despesas correntes correspondeu a aproximadamente 19,2% da receita corrente

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

municipal. A proximidade entre a média e a mediana demonstra que a região central da distribuição não apresenta forte assimetria. Além disso, metade das observações ficou situada entre 0,150 e 0,244, de modo que, em 50% dos registros município-ano, a margem fiscal variou aproximadamente entre 15,0% e 24,4%.

Apesar da concentração das observações nesse intervalo, o gráfico revela dispersão relevante, com desvio-padrão de aproximadamente 0,099 e presença de valores extremos positivos e negativos. O maior valor observado foi de aproximadamente 0,759, registrado em Santa Isabel do Rio Negro em 2016, enquanto o menor valor foi de cerca de −0,554, verificado em Nova Olinda do Norte em 2018. Os valores negativos indicam exercícios nos quais as despesas correntes superaram as receitas correntes, enquanto os valores positivos mais elevados representam maior diferença proporcional entre receitas e despesas correntes. Também se destacam observações atípicas em municípios como Santa Isabel do Rio Negro, Tapauá, Alvarães, Itamarati e Uricurituba, demonstrando que determinados municípios apresentaram episódios fiscais consideravelmente diferentes do padrão predominante na amostra.

Na sequência da análise descritiva, examina-se a participação do Fundo de Participação dos Municípios na receita corrente municipal. A Figura 2 apresenta a distribuição das 682 observações de dependência do FPM, permitindo identificar o nível típico de participação dessa transferência nas receitas municipais, sua dispersão e a ocorrência de valores extremos ao longo do período analisado.

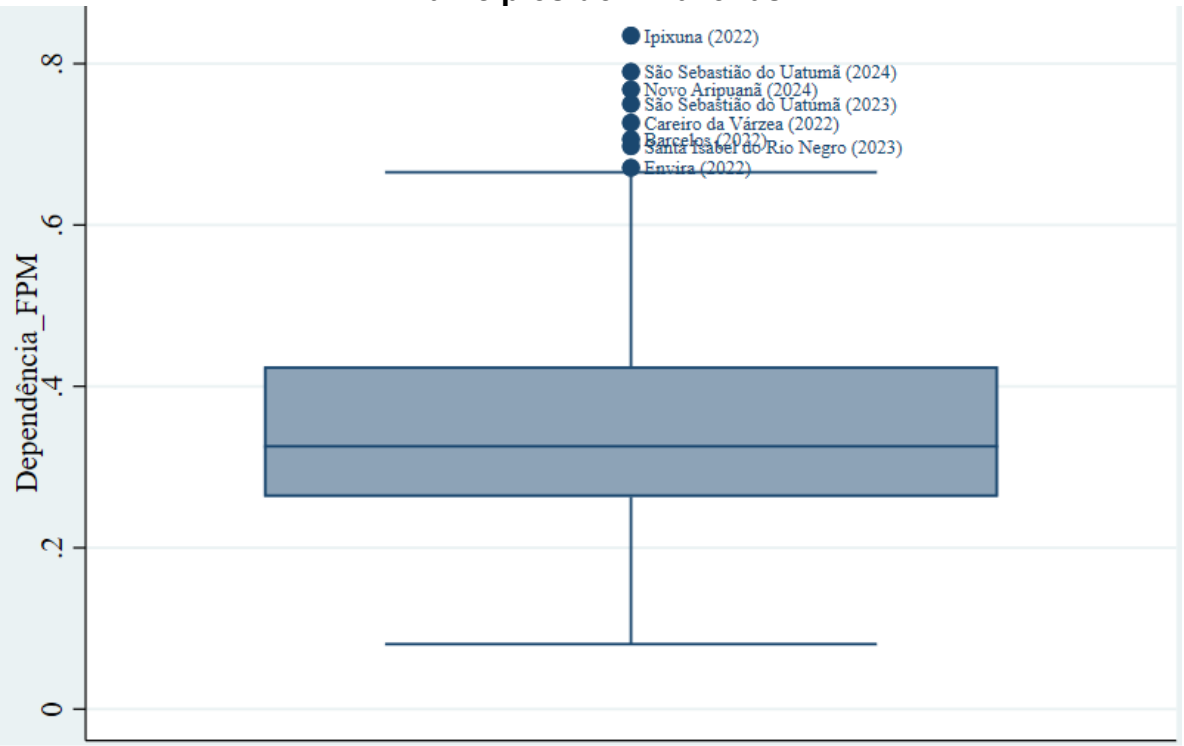
Conforme observado na Figura 2, a dependência do FPM apresentou média de 0,356 e mediana de 0,326, indicando que, em termos médios, aproximadamente 35,6% da receita corrente municipal foi composta por transferências do FPM. A mediana inferior à média sugere a presença de observações elevadas que deslocam a distribuição para cima. Metade dos registros município-ano concentrou-se entre 0,263 e 0,426, de modo que, em 50% das observações, a participação do FPM na receita corrente variou aproximadamente entre 26,3% e 42,6%.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

Figura 2 – Distribuição da participação do FPM na receita corrente dos municípios do Amazonas



Fonte: Elaboração própria com base nos dados fiscais municipais utilizados na pesquisa, 2014–2024.

A amplitude da variável foi expressiva, com valor mínimo de aproximadamente 0,081 e máximo de 0,835, enquanto o desvio-padrão alcançou 0,139. Esses resultados evidenciam diferenças relevantes no grau de dependência intergovernamental entre os municípios amazonenses. As observações extremas superiores concentraram-se sobretudo entre 2022 e 2024, com destaque para Ipixuna em 2022, cuja participação do FPM na receita corrente superou 80%. Também aparecem como casos atípicos São Sebastião do Uatumã, Novo Aripuanã, Barcelos, Santa Isabel do Rio Negro, Careiro da Várzea e Envira. Em conjunto, esses resultados mostram que, embora a dependência média se situe em torno de um terço da receita corrente, alguns municípios apresentam participação muito mais elevada, o que pode refletir menor capacidade de geração de receitas próprias e maior exposição à dinâmica das transferências federais.

Dando continuidade à análise descritiva, examina-se agora o comportamento do déficit hídrico, representado pela variável def_anom_z. A Figura 3 apresenta a evolução anual da média dessa variável para os municípios do

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

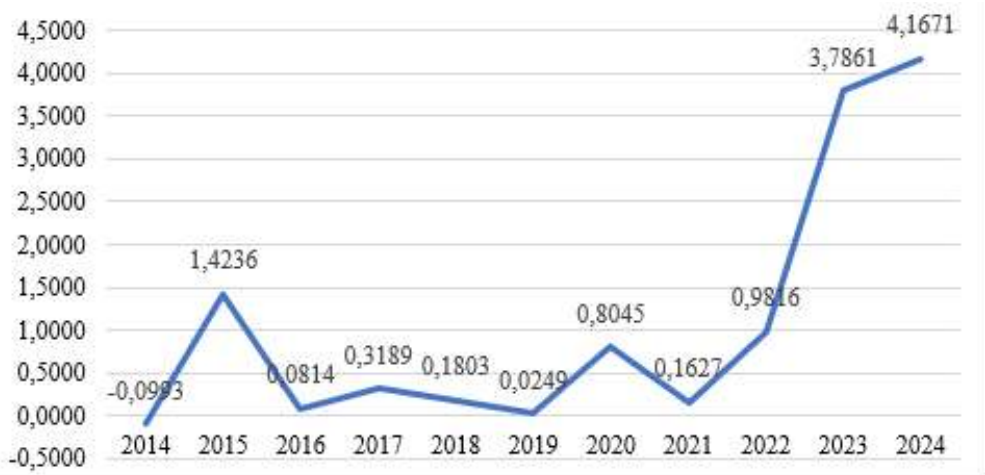
Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

Amazonas entre 2014 e 2024, enquanto as estatísticas descritivas auxiliam na caracterização de sua distribuição no período.

Conforme a Figura 3, a média anual do déficit hídrico apresentou oscilações moderadas entre 2014 e 2022, com valores próximos de zero em vários anos e elevações pontuais em 2015, 2020 e 2022. A partir de 2023, entretanto, observa-se uma forte intensificação do indicador, cuja média passou para aproximadamente 3,79 e alcançou 4,17 em 2024. Esse comportamento evidencia uma mudança acentuada no padrão climático recente, com aumento expressivo das condições de déficit hídrico nos dois últimos anos da série.

Considerando as 682 observações município-ano, a variável apresentou média de 1,076 e mediana de 0,495. A diferença entre essas medidas indica assimetria positiva, associada à presença de valores elevados, especialmente nos anos finais do período. Metade das observações situou-se entre aproximadamente −0,023 e 1,347, enquanto o desvio-padrão de 1,690 revela elevada dispersão entre municípios e anos. O valor mínimo foi de −0,884 e o máximo alcançou 10,190. Como valores positivos mais altos correspondem a maior déficit hídrico, esses resultados mostram que a maior parte das observações apresentou intensidade relativamente moderada, mas alguns municípios registraram episódios climáticos muito mais severos.

Figura 3 – Evolução da média anual do déficit hídrico nos municípios do Amazonas



Fonte: Elaboração própria com base nos dados climáticos utilizados na pesquisa, 2014–2024.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

Após a caracterização descritiva das variáveis, estimou-se um modelo de dados em painel com efeitos fixos municipais, com o objetivo de avaliar a associação entre o déficit hídrico e a margem fiscal, bem como verificar se essa relação varia conforme o grau de dependência do Fundo de Participação dos Municípios. A especificação controla características municipais não observadas e constantes no tempo, enquanto os erros-padrão robustos agrupados por município consideram possíveis correlações serial e heterocedasticidade dentro de cada unidade municipal.

A Tabela 1 apresenta as principais estatísticas do modelo estimado. A amostra compreende 682 observações, distribuídas entre 62 municípios acompanhados durante 11 anos.

Tabela 1 - Estatísticas gerais do modelo de efeitos fixos para a margem fiscal municipal

Indicador	Valor	Indicador	Valor
Número de observações	682	R² within	0,0228
Número de grupos	62	R² between	0,0314
Observações por grupo (mín.)	11	R² overall	0,0114
Observações por grupo (média)	11	Corr(u_i, Xb)	-0,0807
Observações por grupo (máx.)	11	F(2,61)	12,08
Sigma_u	0,442389	Prob > F	0,000
Sigma_e	0,9248408	Rho	0,18620443

Fonte: Elaboração própria a partir da saída do Stata 17.0

O painel é fortemente balanceado, visto que cada município possui o mesmo número de observações. O teste F apresentou valor de 12,08 e probabilidade inferior a 1%, indicando que as variáveis explicativas são conjuntamente significativas.

O R^2 within foi de 0,0228, o que significa que o modelo explica aproximadamente 2,28% da variação temporal da margem fiscal dentro dos municípios. Embora esse valor seja relativamente reduzido, sua magnitude deve ser interpretada com cautela, pois modelos de efeitos fixos utilizam apenas a variação interna de cada município ao longo do tempo, eliminando diferenças estruturais permanentes entre as unidades. Em estudos de economia aplicada com variáveis fiscais e climáticas, baixos coeficientes de determinação não invalidam necessariamente a relevância dos efeitos estimados, sobretudo quando o objetivo

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

é identificar associações marginais específicas.

O coeficiente ρ, estimado em aproximadamente 0,186, indica que 18,6% da variância residual da margem fiscal está associada a diferenças não observadas entre os municípios. Esse resultado reforça a adequação da estrutura em painel e do controle por efeitos fixos municipais.

Conforme apresentado na Tabela 2, o coeficiente do déficit hídrico foi negativo e estatisticamente significativo ao nível de 1%. Como a variável de dependência do FPM foi centralizada em torno da média, o coeficiente de def_anom_z representa o efeito do déficit hídrico para um município com dependência média do FPM. O aumento de uma unidade no indicador padronizado de déficit hídrico está associado à redução de aproximadamente 0,0077 na margem fiscal, equivalente a uma diminuição de cerca de 0,77 ponto percentual.

Tabela 2 - Efeitos do déficit hídrico e da dependência do FPM sobre a margem fiscal municipal

Variável	Coeficiente	Erro-padrão robusto	t	p-valor	IC 95% inferior	IC 95% superior
Def_anom_z	-.0077003	.0015928	-4,83	0,000	-.0108853	-.0045153
c.def_anom_z#c.dependencia_fpm_c	-.0432909	.0213356	-2,03	0,047	-.085954	-.0006278
Constante	.2002702	.0016984	117,92	0,000	.1968741	.2036663

Fonte: Elaboração própria a partir da saída do Stata 17.0

Conforme apresentado na Tabela 2, o coeficiente do déficit hídrico foi negativo e estatisticamente significativo ao nível de 1%. Como a variável de dependência do FPM foi centralizada em torno da média, o coeficiente de def_anom_z representa o efeito do déficit hídrico para um município com dependência média do fundo. O aumento de uma unidade no indicador de déficit hídrico está associado à redução de aproximadamente 0,0077 na margem fiscal, equivalente a 0,77 ponto percentual.

O termo de interação entre o déficit hídrico e a dependência do FPM apresentou coeficiente negativo e estatisticamente significativo ao nível de 5%. Esse resultado indica que a deterioração da margem fiscal associada ao déficit hídrico tende a ser mais intensa nos municípios com maior dependência do FPM. Em termos aplicados, a dependência elevada pode refletir menor autonomia

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

arrecadatória, base econômica mais restrita e menor capacidade de absorção de choques adversos.

Dessa forma, os resultados são compatíveis com a hipótese de que a dependência do FPM constitui uma dimensão relevante da vulnerabilidade fiscal municipal diante de choques de déficit hídrico. Essa interpretação, entretanto, não implica relação causal direta entre o recebimento do FPM e a vulnerabilidade fiscal. O resultado sugere que municípios estruturalmente mais dependentes apresentam maior sensibilidade fiscal aos choques climáticos.

O efeito marginal do déficit hídrico pode ser representado por:

$$\frac{\partial MargemFiscal_{it}}{\partial Deficit_{it}} = -0{,}0077 - 0{,}0433 DependenciaFPM_i^c$$

Para um município cuja dependência do FPM corresponde à média da amostra, o efeito estimado é de $-0{,}0077$. Em municípios com dependência acima da média, o efeito torna-se mais negativo; em municípios abaixo da média, a magnitude da redução tende a ser menor. Esse resultado sugere que a maior participação do FPM pode estar associada a estruturas fiscais com menor autonomia arrecadatória e maior vulnerabilidade a choques econômicos e climáticos.

A interpretação, contudo, não deve ser formulada em termos causais. O coeficiente da interação não significa que o FPM provoque maior vulnerabilidade fiscal. Ele indica que os municípios estruturalmente mais dependentes do fundo apresentam maior sensibilidade da margem fiscal ao déficit hídrico, possivelmente por possuírem bases econômicas e tributárias mais restritas.

Como verificação de robustez, estimou-se uma segunda especificação com a inclusão de efeitos fixos anuais. Esse procedimento permite controlar choques comuns a todos os municípios em cada ano, como mudanças macroeconômicas, alterações nas transferências intergovernamentais, efeitos da pandemia e outros acontecimentos capazes de afetar simultaneamente as finanças municipais. A Tabela 3 apresenta as estatísticas gerais dessa especificação.

A inclusão dos efeitos fixos anuais aumentou o R^2within de 0,0228 para

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

0,1007, indicando que a nova especificação explica aproximadamente 10,1% da variação da margem fiscal dentro dos municípios ao longo do tempo. O teste de significância conjunta apresentou valor de $F(12, 61) = 14{,}15$, com probabilidade inferior a 1%, evidenciando que o conjunto das variáveis incluídas no modelo é estatisticamente significativo.

Tabela 3 - Estatísticas gerais do modelo de efeitos fixos municipais e anuais para a margem fiscal

Indicador	Valor	Indicador	Valor
Número de observações	682	R² within	0,1007
Número de grupos	62	R² between	0,0455
Observações por grupo (mín.)	11	R² overall	0,0737
Observações por grupo (média)	11	Corr(u_i, Xb)	-0,0380
Observações por grupo (máx.)	11	F(12,61)	14,15
Sigma_u	0,4423244	Prob > F	0,000
Sigma_e	0,08944548	Rho	0,19649576

Fonte: Elaboração própria a partir da saída do Stata 17.0

O coeficiente ρ, estimado em aproximadamente 0,196, indica que cerca de 19,6% da variância residual está associada a características não observadas específicas dos municípios. Esse resultado permanece próximo ao obtido no primeiro modelo e reforça a pertinência do controle por efeitos fixos municipais. A Tabela 4 apresenta os resultados da segunda especificação econométrica, que incorpora efeitos fixos municipais e efeitos fixos anuais.

A inclusão das variáveis indicadoras de ano permite controlar choques comuns a todos os municípios em cada período, como alterações macroeconômicas, mudanças nas transferências intergovernamentais, efeitos da pandemia e outros acontecimentos capazes de influenciar simultaneamente as receitas e as despesas municipais. Dessa forma, o efeito do déficit hídrico passa a ser identificado principalmente pelas diferenças de intensidade do choque climático entre os municípios dentro de um mesmo ano.

A redução da significância estatística decorre do fato de que as dummies anuais absorvem parte relevante da variação temporal compartilhada entre os municípios. Esse aspecto é particularmente importante no caso do déficit hídrico, cuja evolução apresentou forte componente comum nos anos mais recentes, especialmente em 2023 e 2024. Assim, parte da relação negativa encontrada no

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

primeiro modelo estava associada a movimentos gerais ocorridos entre os anos e não apenas às diferenças climáticas observadas entre os municípios dentro de cada período.

Tabela 4 – Resultados do modelo de efeitos fixos municipais e anuais para a margem fiscal

Variável	Coeficiente	Erro-padrão robusto	t	p-valor	IC 95% Inferior	IC 95% Superior
def_anom_z	-0,0021472	0,0033265	-0,65	0,521	-0,0087989	0,0045045
c.def_anom_z#c. dependencia_fpm_c	-0,0412857	0,0211684	-1,95	0,056	-0,0836144	0,0010430
Ano						
2015	-0,0277539	0,0177032	-1,57	0,122	-0,0631536	0,0076457
2016	0,0501890	0,0146508	3,43	0,001	0,0208929	0,0794852
2017	0,0329430	0,0152918	2,15	0,035	0,0023650	0,0635209
2018	-0,0335933	0,0261019	-1,29	0,203	-0,0857872	0,0186006
2019	-0,0041322	0,0188602	-0,22	0,827	-0,0418455	0,0335812
2020	-0,0093030	0,0146406	-0,64	0,528	-0,0385786	0,0199727
2021	0,0327707	0,0148261	2,21	0,031	0,0031241	0,0624173
2022	-0,0102677	0,0161387	-0,64	0,527	-0,0425390	0,0220035
2023	0,0012125	0,0193342	0,06	0,950	-0,0374486	0,0398737
2024	-0,0307648	0,0208395	-1,48	0,145	-0,0724360	0,0109063
Constante	0,1941852	0,0118219	16,43	0,000	0,1705457	0,2178246

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados da pesquisa, estimados no Stata 17.0.

Além da perda de significância, observa-se redução na magnitude do coeficiente do déficit hídrico, que passou de $-0{,}0077$, no modelo sem efeitos anuais, para $-0{,}0021$, na especificação mais completa. Esse resultado indica que o efeito médio do déficit hídrico sobre a margem fiscal é sensível à introdução dos controles temporais. Em termos econômicos, o aumento de uma unidade no indicador de déficit hídrico estaria associado a uma redução de aproximadamente 0,215 ponto percentual na margem fiscal de um município com dependência média do FPM, embora essa estimativa não seja estatisticamente diferente de zero.

O termo de interação entre déficit hídrico e dependência do FPM apresentou coeficiente de $-0{,}04129$, com $p = 0{,}056$. O resultado não é significativo ao nível de 5%, mas permanece estatisticamente significativo ao nível de 10%. O sinal negativo indica que a associação entre déficit hídrico e margem fiscal se torna mais

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

adversa à medida que aumenta a dependência municipal do FPM.

O efeito marginal do déficit hídrico é dado por:

$$\frac{\partial MargemFiscal_{it}}{\partial Deficit_{it}} = -0{,}00215 - 0{,}04129 DependenciaFPM_i^c$$

Como a dependência do FPM foi centralizada em torno da média, o primeiro coeficiente representa o efeito do déficit hídrico para um município com dependência média. Nos municípios com dependência acima da média, o termo de interação negativo torna o efeito estimado mais desfavorável. Nos municípios com dependência abaixo da média, a magnitude negativa tende a ser menor.

Apesar da redução de significância, o coeficiente da interação apresentou elevada estabilidade entre as duas especificações, passando de $-0{,}04329$no primeiro modelo para $-0{,}04129$no modelo com efeitos anuais. A pequena alteração de magnitude sugere que a relação entre maior dependência do FPM e maior sensibilidade fiscal ao déficit hídrico permanece relativamente consistente. A mudança no nível de significância decorre principalmente da redução da variação disponível para identificar o efeito e do aumento da incerteza estatística após a inclusão das variáveis de ano.

Os coeficientes anuais são interpretados em relação a 2014, utilizado como categoria de referência. Os anos de 2016, 2017 e 2021 apresentaram efeitos positivos e estatisticamente significativos. Em 2016, a margem fiscal foi aproximadamente 5,02 pontos percentuais superior à registrada em 2014, mantendo-se constantes as demais variáveis. Em 2017, a diferença estimada foi de 3,29 pontos percentuais, enquanto, em 2021, alcançou aproximadamente 3,28 pontos percentuais. Os demais efeitos anuais não foram estatisticamente significativos aos níveis convencionais.

Em conjunto, os resultados indicam que o efeito médio do déficit hídrico sobre a margem fiscal não se mostra robusto à inclusão dos efeitos fixos anuais. Em contrapartida, o efeito heterogêneo associado à dependência do FPM apresenta maior estabilidade entre as especificações, embora com evidência estatística mais moderada no modelo mais restritivo. Desse modo, os resultados

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

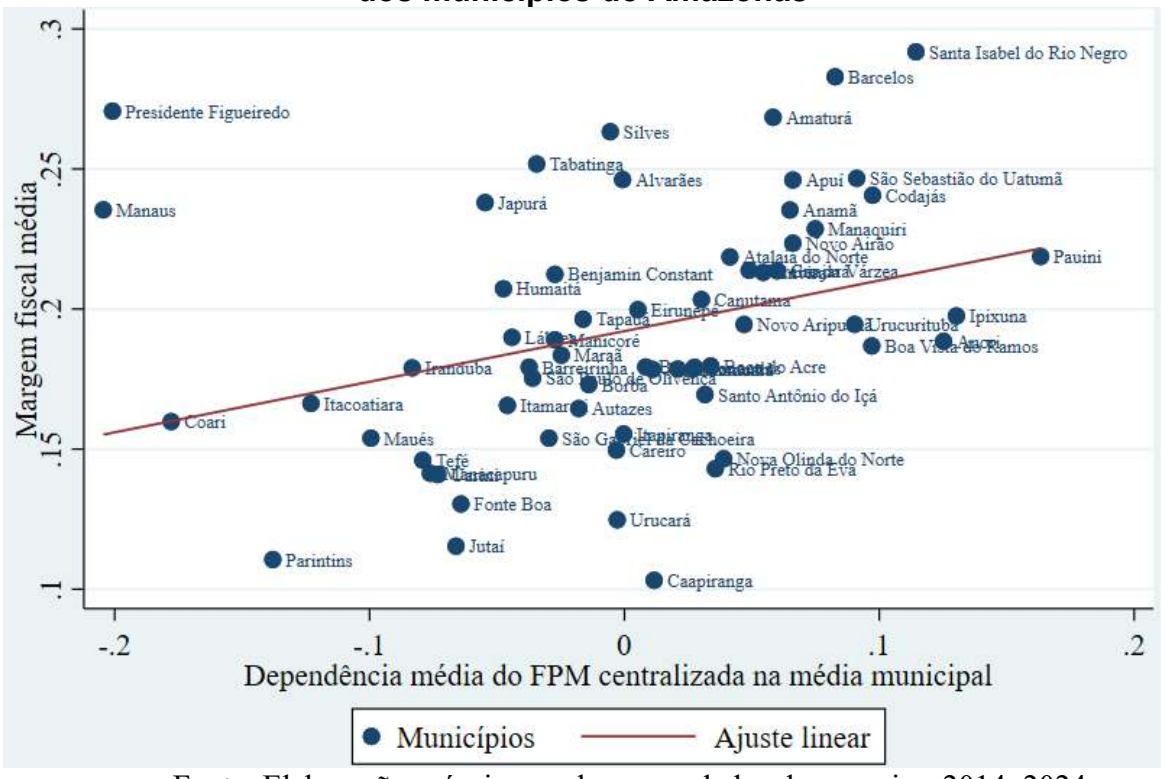
Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

permanecem compatíveis com a interpretação de que municípios mais dependentes do FPM tendem a apresentar maior vulnerabilidade fiscal diante de choques de déficit hídrico, sem que isso implique uma relação causal direta entre o recebimento do fundo e a vulnerabilidade municipal.

Após a apresentação dos resultados econométricos, a Figura 4 permite visualizar a posição relativa dos municípios amazonenses segundo a dependência média do FPM e a margem fiscal média. O objetivo do gráfico é complementar a análise dos coeficientes estimados, evidenciando a heterogeneidade existente entre as unidades municipais no período de 2014 a 2024.

Cada ponto da Figura 4 representa um município, cuja posição horizontal corresponde à dependência média do FPM centralizada em torno da média da amostra, enquanto a posição vertical indica sua margem fiscal média. Valores negativos no eixo horizontal identificam municípios com dependência inferior à média municipal, enquanto valores positivos correspondem àqueles com dependência superior à média.

Figura 4 – Dependência média do FPM centralizada e margem fiscal média dos municípios do Amazonas



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa, 2014–2024

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

A distribuição dos pontos evidencia situações fiscais distintas. Municípios como Manaus e Presidente Figueiredo apresentam dependência do FPM consideravelmente inferior à média e margens fiscais médias relativamente elevadas. Em sentido distinto, municípios como Caapiranga, Ucurará, Parintins, Jutaí e Fonte Boa apresentam margens fiscais médias mais reduzidas. No grupo com dependência acima da média, Santa Isabel do Rio Negro e Barcelos registram margens médias elevadas, enquanto Nova Olinda do Norte e Rio Preto da Eva apresentam valores relativamente menores.

A reta de ajuste possui inclinação positiva, indicando uma associação descritiva entre maior dependência média do FPM e maior margem fiscal média. Esse padrão pode estar relacionado à regularidade das transferências intergovernamentais e à sua contribuição para a manutenção das receitas correntes. Entretanto, a associação não deve ser interpretada como evidência de que uma maior dependência produza melhor desempenho fiscal, pois o gráfico não controla características estruturais, choques anuais ou condições climáticas.

Também não há contradição entre a inclinação positiva apresentada na Figura 4 e o coeficiente negativo da interação nos modelos econométricos. O gráfico descreve a relação entre os níveis médios das variáveis ao longo de todo o período, enquanto a regressão avalia se a resposta da margem fiscal ao déficit hídrico varia conforme a dependência do FPM. Assim, um município pode apresentar margem fiscal média relativamente elevada e, simultaneamente, ser mais sensível a episódios de déficit hídrico.

De forma geral, a figura mostra que a dependência do FPM não determina isoladamente a situação fiscal municipal. Municípios com níveis semelhantes de dependência apresentam margens fiscais bastante distintas, reforçando que a vulnerabilidade fiscal resulta da interação entre capacidade arrecadatória, estrutura econômica, despesas correntes, transferências intergovernamentais e exposição aos choques climáticos.

5. Conclusão

Este artigo avaliou se a dependência do Fundo de Participação dos

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

Municípios intensifica os efeitos do déficit hídrico sobre a margem fiscal dos municípios do Amazonas. Para isso, utilizou-se um painel balanceado dos 62 municípios do estado entre 2014 e 2024, totalizando 682 observações município-ano, com estimação de modelos de efeitos fixos municipais e especificação adicional com efeitos fixos anuais.

A análise descritiva evidenciou expressiva heterogeneidade fiscal entre os municípios. A margem fiscal apresentou média de 0,192, indicando que, em termos médios, a diferença entre receitas e despesas correntes correspondeu a aproximadamente 19,2% da receita corrente municipal. Entretanto, a presença de valores extremos positivos e negativos demonstrou que a situação fiscal variou consideravelmente entre municípios e anos. A participação do FPM na receita corrente também apresentou elevada dispersão, com média de 35,6% e registros superiores a 80%, revelando diferentes níveis de dependência das transferências federais.

Em relação à variável climática, observou-se forte intensificação do déficit hídrico nos anos finais da série, especialmente em 2023 e 2024. Esse comportamento reforça a importância do tema para o planejamento econômico e fiscal do Amazonas, considerando a dependência regional do transporte fluvial, do abastecimento pelos rios e de atividades produtivas sensíveis às condições hidrológicas.

Na especificação com efeitos fixos municipais, o déficit hídrico apresentou coeficiente negativo e estatisticamente significativo, indicando que o aumento de uma unidade no indicador padronizado esteve associado à redução de aproximadamente 0,77 ponto percentual na margem fiscal de um município com dependência do FPM igual à média da amostra. O termo de interação também foi negativo e significativo, mostrando que a deterioração fiscal associada ao déficit hídrico tende a ser mais intensa nos municípios estruturalmente mais dependentes do fundo.

Com a inclusão dos efeitos fixos anuais, o efeito direto do déficit hídrico perdeu significância estatística e teve sua magnitude reduzida. Esse resultado indica que parte da associação identificada na primeira especificação estava

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

relacionada a choques temporais comuns aos municípios, sobretudo em anos marcados por forte intensificação do déficit hídrico. O coeficiente da interação, contudo, permaneceu negativo e apresentou magnitude muito próxima à do primeiro modelo, embora significativo apenas ao nível de 10%. A estabilidade do parâmetro sugere que a relação entre dependência do FPM e maior sensibilidade fiscal aos choques hídricos permanece relevante, ainda que a evidência estatística seja mais moderada na especificação com controles temporais.

Dessa forma, os resultados oferecem suporte parcial à hipótese central do estudo. A evidência é mais forte no modelo com efeitos fixos municipais e torna-se menos conclusiva após o controle dos choques anuais. Ainda assim, os dois modelos apontam na mesma direção: quanto maior a dependência estrutural do FPM, mais adversa tende a ser a associação entre déficit hídrico e margem fiscal. Portanto, a dependência do fundo aparece como uma dimensão relevante da vulnerabilidade fiscal municipal.

Essa interpretação não significa que o FPM provoque maior vulnerabilidade. As transferências desempenham papel essencial no financiamento dos serviços públicos e podem contribuir para a estabilidade das receitas municipais. Entretanto, uma participação elevada do fundo na receita corrente pode refletir condições estruturais mais amplas, como baixa capacidade de arrecadação própria, menor diversificação econômica, isolamento geográfico e limitações institucionais. Assim, o resultado deve ser compreendido como evidência de que municípios com maior dependência apresentam menor capacidade relativa de absorver os efeitos fiscais dos choques hídricos.

A análise gráfica da posição dos municípios reforçou essa heterogeneidade. Municípios com níveis semelhantes de dependência do FPM apresentaram margens fiscais médias distintas, demonstrando que a dependência das transferências não determina isoladamente o desempenho fiscal. A vulnerabilidade resulta da combinação entre estrutura econômica, capacidade arrecadatória, composição das despesas, condições institucionais e exposição climática.

Do ponto de vista das políticas públicas, os resultados indicam a necessidade de incorporar o risco climático ao planejamento fiscal municipal.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

Medidas de adaptação não devem se limitar à resposta emergencial após as secas, mas incluir planejamento orçamentário preventivo, fundos de contingência, melhoria dos sistemas de abastecimento e transporte, fortalecimento da arrecadação própria e diversificação das bases econômicas municipais. Também se mostra relevante considerar critérios de vulnerabilidade climática e fiscal na formulação de mecanismos de apoio intergovernamental, sobretudo para municípios mais isolados e dependentes.

O estudo apresenta algumas limitações. A estimação identifica associações condicionais, não sendo possível estabelecer causalidade definitiva. A dependência do FPM pode estar relacionada a características econômicas e institucionais que variam ao longo do tempo e não foram integralmente incorporadas aos modelos. Além disso, a margem fiscal representa apenas a relação entre receitas e despesas correntes, não abrangendo endividamento, despesas de capital, restos a pagar ou disponibilidade de caixa. A concentração do déficit hídrico nos últimos anos da série também reduz a variação temporal disponível para sua identificação após a inclusão dos efeitos fixos anuais.

Pesquisas futuras podem ampliar a análise mediante a incorporação de indicadores de arrecadação própria, despesas por função, transferências extraordinárias, capacidade institucional e características logísticas dos municípios. Também podem ser estimados modelos com efeitos defasados, relações não lineares, dependência espacial e diferentes níveis de severidade dos eventos climáticos. Outra possibilidade consiste em investigar separadamente os canais de transmissão sobre receitas e despesas, permitindo identificar se a deterioração da margem fiscal decorre principalmente da retração das receitas, da ampliação dos gastos ou da combinação de ambos.

O artigo evidencia que os choques de déficit hídrico constituem um risco relevante para as finanças municipais amazonenses e que seus efeitos não se distribuem de maneira homogênea. Municípios estruturalmente mais dependentes do FPM tendem a apresentar maior sensibilidade fiscal, o que reforça a necessidade de políticas de adaptação climática articuladas ao fortalecimento da capacidade fiscal e institucional dos governos locais.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

Referências

Abatzoglou, John T., et al. "TerraClimate, a High-Resolution Global Dataset of Monthly Climate and Climatic Water Balance from 1958–2015." *Scientific Data*, vol. 5, no. 170191, 2018.

Assad, Eduardo Delgado, and Maria Leonor Ribeiro Casimiro Lopes Assad. "Mudanças do clima e agropecuária: impactos, mitigação e adaptação: desafios e oportunidades." *Estudos Avançados*, vol. 38, no. 112, 2024, pp. 271–292.

Baltagi, Badi H. *Econometric Analysis of Panel Data*. 3rd ed., John Wiley & Sons, 2005.

Brambor, Thomas, et al. "Understanding Interaction Models: Improving Empirical Analyses." *Political Analysis*, vol. 14, no. 1, 2006, pp. 63–82.

Callahan, Christopher W., and Justin S. Mankin. "Globally Unequal Effect of Extreme Heat on Economic Growth." *Science Advances*, vol. 8, no. 43, 2022, p. eadd3726.

Cameron, A. Colin, and Douglas L. Miller. "A Practitioner's Guide to Cluster-Robust Inference." *Journal of Human Resources*, vol. 50, no. 2, 2015, pp. 317–372.

Carleton, Tamma A., and Solomon M. Hsiang. "Social and Economic Impacts of Climate." *Science*, vol. 353, no. 6304, 2016, p. aad9837.

Carty, Tracy, and Lyndsay Walsh. *Footing the Bill: Fair Finance for Loss and Damage in an Era of Escalating Climate Impacts*. Oxfam, 2022.

Chung, Il Hwan. "The Impact of Natural Disasters on Local Government Finance." *Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management*, vol. 32, no. 3, 2020, pp. 321–341.

Esteves, Felipe Soares. *Impactos econômicos das mudanças climáticas nos municípios do estado do Amazonas: uma perspectiva longitudinal*. 2026. Universidade Federal do Amazonas, Master's thesis.

Fávero, Luiz Paulo. *Manual de análise de dados: estatística e modelagem multivariada com Excel, SPSS e Stata*. Elsevier, 2017.

Gujarati, Damodar N., and Dawn C. Porter. *Econometria básica*. 5th ed., AMGH, 2011.

Lima, Letícia Santos de, et al. "Severe Droughts Reduce River Navigability and Isolate Communities in the Brazilian Amazon." *Communications Earth & Environment*, vol. 5, no. 370, 2024.

CC BY

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 13/10/2026 - **Accepted:** 17/11/2026
Vol: 13.24
DOI: 10.66104/rnm9j474
Pages: 1-35

Marengo, José A., et al. "Changes in Climate and Land Use over the Amazon Region: Current and Future Variability and Trends." *Frontiers in Earth Science*, vol. 6, no. 228, 2018.

Mendonça, Maurício Brilhante, et al. "Dependência financeira dos municípios amazonenses de transferências da União." *Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional*, vol. 6, no. 2, 2019, pp. 163–184.

Nobre, Carlos A., et al. "Land-use and Climate Change Risks in the Amazon and the Need of a Novel Sustainable Development Paradigm." *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 113, no. 39, 2016, pp. 10759–10768.

Nordhaus, William D. "Revisiting the Social Cost of Carbon." *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 114, no. 7, 2017, pp. 1518–1523.

Oliveira, Samira França, et al. "Impactos das mudanças climáticas na produção agrícola e medidas de adaptação sob a percepção de atores e produtores rurais de Nova Friburgo, RJ." *Interações*, vol. 23, no. 4, 2022, pp. 1179–1201.

Page, Edward A. "Distributing the Burdens of Climate Change." *Environmental Politics*, vol. 17, no. 4, 2008, pp. 556–575.

Quante, Lennart, et al. "Global Economic Impact of Weather Variability on the Rich and the Poor." *Nature Sustainability*, vol. 7, no. 11, 2024, pp. 1419–1428.

Sathler, Douglas, et al. "As redes para além dos rios: urbanização e desequilíbrios na Amazônia brasileira." *Nova Economia*, vol. 19, no. 1, 2009, pp. 11–39.

Stern, Nicholas H. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press, 2007.

Tavares, Aeicha Roldan. *Impacto dos desastres naturais sobre as finanças municipais no Ceará: uma análise com dados em painel para o período 2003–2016*. 2021. Universidade Federal do Ceará, Master's thesis.

Wooldridge, Jeffrey M. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. 2nd ed., MIT Press, 2010.

CC BY