

Estado da publicação: O preprint não foi publicado em outro meio.

# Estrutura de Dependência entre Saúde, Aposentadoria e Atividade Laboral: Uma Análise Log-Linear com Modulação por Idade, Sexo e Escolaridade

Eduardo Rios-Neto, Alexandre Oliveira Ribeiro

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.14504>

Submetido em: 2025-12-10

Postado em: 2025-12-11 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

## Estrutura de Dependência entre Saúde, Aposentadoria e Atividade Laboral: Uma Análise Log-Linear com Modulação por Idade, Sexo e Escolaridade

Eduardo L.G. Rios-Neto

Professor Visitante de Economia no PPEA-UFOP e Professor Titular Aposentado em  
Demografia no CEDEPLAR-UFMG

<https://orcid.org/0000-0002-3161-5791>

Alexandre Oliveira Ribeiro

Aluno de Doutorado em Demografia no CEDEPLAR-UFMG

<https://orcid.org/0000-0001-8145-4394>

### Contribuição dos Autores

- Revisão Metodológica – Eduardo L.G. Rios-Neto
- Preparação da Base de Dados a partir dos microdados: Alexandre Oliveira Ribeiro
- Estimativa do Modelo – Eduardo L.G. Rios-Neto
- Definição da Temática – Alexandre Oliveira Ribeiro
- Redação Final – Eduardo L.G. Rios-Neto e Alexandre Oliveira Ribeiro

### Declaração dos Dados de Pesquisa

Os dados da pesquisa correspondem a uma tabela multidimensional gerada como base de dados a partir da leitura dos microdados da Pesquisa ELSI. Estes dados estão disponíveis mediante solicitação a Alexandre Oliveira Ribeiro no email [alexandreoliv.ribeiro@gmail.com](mailto:alexandreoliv.ribeiro@gmail.com)

### Declaração de Conflito de Interesses

Não há conflito de interesses dos autores com a elaboração deste artigo.

*Estrutura de Dependência entre Saúde, Aposentadoria e Atividade Laboral: Uma Análise Log-Linear com Modulação por Idade, Sexo e Escolaridade*

RESUMO

Este estudo analisa a estrutura de dependência entre três dimensões centrais do ciclo de vida laboral — **saúde (S)**, **aposentadoria (Ap)** e **atividade (At)** — por meio de modelos log-lineares aplicados aos dados da primeira onda do ELSI-Brasil. Por meio da comparação entre modelos independentes, de interações de pares e condicionais, testa-se formalmente a hipótese de **independência condicional** entre as variáveis de estado, dadas as características sociodemográficas: **idade**, **sexo** e **escolaridade**. Os resultados mostram uma forte redução da deviance ao passar do modelo independente para o modelo com interações, o que evidencia dependência estrutural entre S, Ap e At. Nos modelos condicionais, embora idade, sexo e escolaridade modifiquem a magnitude das associações, nenhuma delas elimina as interdependências, o que leva à rejeição sistemática das hipóteses  $S \perp Ap | C$ ,  $S \perp At | C$  e  $Ap \perp At | C$ . As interações mais expressivas envolvem idade e escolaridade, revelando profunda estratificação social no processo de saúde, transição para aposentadoria e permanência no mercado de trabalho. O estudo destaca a necessidade de políticas integradas que considerem simultaneamente essas dimensões interconectadas.

PALAVRAS CHAVE

Saúde, Aposentadoria, Participação na PEA, Morbidade, Atividades Instrumentais na Vida Diária.

## Dependency Structure between Health, Retirement, and Work Activity: A Log-Linear Analysis with Modulation by Age, Gender, and Education Level

### ABSTRACT

This study investigates the dependency structure among three key domains of the labor life course — **health (S)**, **retirement status (Ap)**, and **labor activity (At)** — using log-linear models applied to data from the first wave of the ELSI-Brazil survey. By comparing independent models, pairwise-interaction models, and conditional models, we formally test whether **conditional independence** holds between the state variables given the sociodemographic characteristics: **age**, **sex**, and **education**. Results show a substantial reduction in deviance when moving from the independent model to the model with all two-way interactions, indicating strong structural dependence among S, Ap, and At. In the conditional models, although age, sex, and education influence the magnitude of the associations, none fully accounts for the dependencies, leading to systematic rejection of the hypotheses  $S \perp Ap | C$ ,  $S \perp At | C$ , and  $Ap \perp At | C$ . The strongest interactions involve age and education, highlighting marked social stratification in health conditions, retirement processes, and labor market participation. The findings underscore the need for integrated policy approaches that jointly address these interconnected life-course dimensions.

### KEYWORDS

Health, Retirement, Labor Force Participation, Morbidity, Instrumental Daily Life Activities

## *Estrutura de Dependência entre Saúde, Aposentadoria e Atividade Laboral: Uma Análise Log-Linear com Modulação por Idade, Sexo e Escolaridade*

Eduardo L. G. Rios-Neto

\*

Alexandre Oliveira Ribeiro<sup>†</sup>

### **1 INTRODUÇÃO**

As relações entre saúde, aposentadoria e atividade laboral constituem um dos núcleos analíticos mais importantes em estudos demográficos, epidemiológicos e de economia do trabalho. Esses três domínios sintetizam processos fundamentais do ciclo de vida: aquisição de capital humano, condições de trabalho, desgaste físico e mental, transições ocupacionais e políticas previdenciárias.

A literatura tem documentado que tais relações são influenciadas por fatores sociodemográficos, como idade, sexo e escolaridade, o que produz trajetórias diferenciadas entre grupos populacionais. Entretanto, a forma como esses fatores modulam simultaneamente as associações entre saúde, aposentadoria e atividade permanece insuficientemente explorada em abordagens multivariadas que capturam dependência estrutural entre variáveis categóricas.

Este estudo emprega modelos log-lineares para analisar a estrutura multidimensional das relações entre saúde (S), aposentadoria (Ap) e atividade (At), incorporando idade, sexo e escolaridade como variáveis de estratificação (C). Avalia-se, em particular, a validade das hipóteses de independência condicional, frequentemente implícitas em análises de políticas sociais.

---

\*Professor Visitante de Economia no PPEA-UFOP e Professor Titular Aposentado em Demografia no CEDEPLAR-UFMG

<sup>†</sup> Aluno de Doutorado em Demografia no CEDEPLAR-UFMG

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO SINTÉTICO

Modelos log-lineares constituem uma ferramenta clássica para estudar dependência entre variáveis categóricas (GOODMAN, 1970; AGRESTI, 2002). Permitem identificar padrões complexos de associação, testar hipóteses hierárquicas entre variáveis e avaliar mudanças nas interações quando condicionadas por fatores externos.

Estudos sobre ciclo de vida laboral, desigualdades de saúde e estratificação educacional mostram que idade, gênero e escolaridade moldam profundamente as trajetórias ocupacionais e previdenciárias (CASE & DEATON, 2015; CUTLER et al., 2011; OECD, 2021). De modo semelhante, abordagens sociológicas têm enfatizado que saúde e posição no mercado de trabalho apresentam coevolução estrutural marcada por desigualdades sociais acumulativas (WILLSON et al., 2007).

A independência condicional entre variáveis — por exemplo, saúde  $\perp$  aposentadoria | idade — é uma hipótese forte que raramente se verifica empiricamente. Modelos log-lineares permitem testar formalmente essa suposição, sendo especialmente úteis quando múltiplas variáveis interagem simultaneamente.

## 3 METODOLOGIA

Estudo realizado com os dados da primeira onda (2015-2016) do Estudo Longitudinal da Saúde dos Idosos Brasileiros (ELSI), coordenado pela Fundação Oswaldo Cruz, em parceria com a Universidade Federal de Minas Gerais e financiado pelo Ministério da Saúde.

### 3.1 Variáveis

As variáveis analisadas são:

- **Estado de saúde (S):** Não tem dificuldades com as atividades instrumentais da vida diária ou apresenta dificuldades nesse aspecto.
- **Aposentadoria (Ap):** status de aposentado ou não aposentado.
- **Atividade laboral (At):** situação no mercado de trabalho (ativo, inativo).

- **Idade (Id), sexo (Sex) e escolaridade (Ed):** variáveis sociodemográficas consideradas condicionantes (C).
  - Idade (Id): dividida nos intervalos etários 50 a 59, 60 a 64, 65 anos ou mais
  - Sexo (Sex): masculino e feminino.
  - Escolaridade (Ed): baixa (1<sup>a</sup> à 4<sup>a</sup> série), intermediária (5<sup>a</sup> fundamental até ensino médio completo) e alta (até o ensino superior).

### 3.2 Modelo independente

O modelo independente assume ausência total de associações:

- $\log(\mu_{ijklmn}) = \lambda + \lambda_i^S + \lambda_j^{Ap} + \lambda_k^{At} + \lambda_l^{Id} + \lambda_m^{Sex} + \lambda_n^{Ed}.$

Esse modelo serve como referência inferior para comparação.

### 3.3 Modelo de interações de pares (two-way)

Esse modelo inclui todas as interações entre pares, permitindo capturar dependência estrutural entre os estados.

### 3.4 Modelo Condicionais

Os modelos condicionais servem para medir a independência condicional. Eles se dividem em restritos e ampliados.

- **3.4.1 – Modelos Condicionais Restritos:** Estes modelos partem do modelo independente e testam a interação entre um par de variáveis (S, Ap ou At) e uma variável C (idade, sexo ou escolaridade).
- **3.4.2 – Modelos Condicionais Ampliados:** Além das interações dos modelos restritos com duas variáveis e C, o modelo ampliado inclui também a interação entre as duas variáveis. Se essa interação não for significativa, essas duas variáveis serão independentes condicionadas em C. Normalmente, a independência condicional é rejeitada, mas a análise serve para medir a intensidade da violação dessa hipótese.

## 4 RESULTADOS DE AJUSTE DOS MODELOS

Os resultados de ajuste serão analisados em termos de “deviance”, tendo como ponto de partida o modelo de independência, que será comparado ao modelo de interação de pares. Em seguida, a comparação entre os modelos condicionais restritos e ampliados é realizada para todos os pares de variáveis de estado em relação a cada uma das variáveis agrupadas como C.

A redução acentuada da “deviance” entre o modelo independente e o modelo de pares, nas duas primeiras linhas da Tabela 1, demonstra que as três variáveis de estado (S, Ap e At ) são estruturalmente dependentes. Assim, não é possível modelá-las como independentes. O modelo de pares explica 93,9% da queda na “deviance”, indicando que não é necessário buscar interações maiores para se aproximar do modelo saturado onde a “deviance” vai a zero.

A Tabela 1 resume os resultados (ver abaixo). Em todos os pares, a comparação entre modelos restrito e ampliado resulta em  $\Delta G^2$  elevado, rejeitando as hipóteses:

- $S \perp Ap | C$
- $S \perp At | C$
- $Ap \perp At | C$

A modulação por idade, sexo e escolaridade é substantiva e estrutural.

**TABELA 1: Modelos log-lineares – Independente – Interação de Pares – Independência Condicional – Modelos Restrito e Ampliado**

Interactions	Deviance	Deg. freedom	Exp. Deviance	Delta Deviance	Delta DF
1	100197,440	182			
2	6148,114	150	93,9%	94049,326	32
S <sub>Ap</sub> -Id	58119,110	176	42,0%	42078,330	6
S* <sub>Ap</sub> Id	57553,986	175	42,6%	42643,454	7
S <sub>Ap</sub> -Sex	99502,714	180	0,7%	694,726	2
S* <sub>Ap</sub> Sex	96624,202	179	3,6%	3573,238	3
S <sub>Ap</sub> -Ed	88412,584	178	11,8%	11784,856	4
S* <sub>Ap</sub> Ed	86675,179	177	13,5%	13522,261	5
S <sub>At</sub> -Id	76730,413	176	23,4%	23467,027	6
S* <sub>At</sub> Id	74098,187	175	26,0%	26099,253	7
S <sub>At</sub> -Sex	94865,744	180	5,3%	5331,696	2
S* <sub>At</sub> Sex	90262,352	179	9,9%	9935,088	3
S <sub>At</sub> -Ed	87532,619	178	12,6%	12664,821	4
S* <sub>At</sub> Ed	84313,002	177	15,9%	15884,438	5
Ap <sub>At</sub> -Id	43101,692	176	57,0%	57095,749	6
Ap* <sub>At</sub> Id	35281,005	175	64,8%	64916,436	7
Ap <sub>At</sub> -Sex	95534,829	180	4,7%	4662,611	2
Ap* <sub>At</sub> Sex	71975,254	179	28,2%	28222,186	3
Ap <sub>At</sub> -Ed	92821,529	178	7,4%	7375,912	4
Ap* <sub>At</sub> Ed	72778,141	177	27,4%	27419,300	5

O par de interações de estado com variável C (restritas e ampliadas) que apresenta maior explicação marginal da queda na “deviance” em relação ao modelo de independência é (S, At, Id), com efeitos de 57% no restrito e 64,8% no ampliado, indicando uma grande violação da independência condicional. Em seguida, o par (S, Ap, Id) apresenta um efeito de 42% no restrito e de 42,6% no ampliado; nesse caso, a queda na deviance é estatisticamente significativa para rejeitar a independência condicional, mas é bem menor do que a observada no caso descrito em primeiro lugar.

As Tabelas 2 e 3 apresentam as estatísticas de Wald para os modelos de independência e de interação de pares.

**Tabela 2 – Wald (modelo independente)**

<b>Variável</b>	<b>Wald <math>\chi^2</math></b>	<b>Interpretação</b>
estado_saude	9 948	forte associação
estado_aposentadoria	366	Moderada
estado_atividade	5 759	Forte
Idade	27 952	<b>maior impacto</b>
Sexo	387	Significativo
escolaridade	23 439	<b>impacto enorme</b>

### Tabela 3 – Interações significativas

#### Interação Wald $\chi^2$ Conclusão

S×Ap	196	saúde e aposentadoria são dependentes
S×At	1 172	saúde afeta fortemente atividade
S×Id	539	saúde varia por idade
S×Sexo	258	dependência de gênero
S×Escol	5 342	<b>forte estratificação educacional da saúde</b>
Ap×At	8 066	aposentadoria depende da condição laboral
Ap×Id	17 756	<b>idade é determinante da aposentadoria</b>
Ap×Sexo	1 448	grande diferença entre sexos
Ap×Escol	675	impacto educacional moderado
At×Id	3 038	atividade depende fortemente da idade
At×Sexo	5 251	grande diferença por sexo
At×Escol	657	influência da escolaridade
Id×Sexo	26	Significativa
Id×Escol	3 431	Forte
Sexo×Escol	184	Moderada

Os valores de Wald Type III mostram:

- **Idade e escolaridade** com efeitos principais extremamente elevados;
- **Sexo** também significativo;
- interações S×Id, Ap×Id, At×Id e equivalentes para sexo e escolaridade são todas significativas.

Isso indica que as variáveis C não apenas influenciam cada variável de estado, mas também modulam as relações entre elas.

A modulação por idade, sexo e escolaridade é substantiva e estrutural.

#### 4.1 Saúde e aposentadoria

A associação saúde→aposentadoria varia intensamente com a idade, o gênero e a escolaridade, revelando heterogeneidade demográfica e social na transição entre o trabalho e a aposentadoria.

#### 4.2 Saúde e atividade

A relação entre saúde e participação no mercado de trabalho é fortemente estratificada, sendo mais intensa em grupos de menor escolaridade e variando ao longo do ciclo de vida.

#### 4.3 Aposentadoria e atividade

Este é o par mais estratificado: a idade estrutura a transição  $At \rightarrow Ap$ , o sexo diferencia profundamente padrões de carreira, e a escolaridade influencia o ritmo de saída do mercado.

### 5 DISCUSSÃO

Os resultados indicam que as hipóteses de independência condicional são empiricamente insustentáveis. As relações entre saúde, aposentadoria e atividade dependem simultaneamente da idade, do sexo e da escolaridade, revelando um sistema fortemente estratificado.

Os resultados confirmam que as variáveis saúde, aposentadoria e atividade configuram um sistema de dependência multidimensional, incompatível com modelos simplistas. A intensidade das interações mostra que:

- **Idade** é o principal mecanismo de organização das transições no ciclo de vida;
- **Sexo** cria trajetórias laborais diferenciadas com impacto marcante na relação  $Ap-At$ ;
- **Escolaridade** estrutura consistentemente as desigualdades em saúde, aposentadoria e participação no mercado de trabalho.

A rejeição universal da independência condicional demonstra que nenhuma variável  $C$  consegue “explicar” completamente as associações observadas. Em outras palavras, mesmo controlando a idade, o sexo ou a escolaridade, as relações entre  $S$ ,  $Ap$  e  $At$  persistem.

Teoricamente, isso dialoga com modelos de ciclo de vida laboral, que preveem maior saída precoce entre grupos de menor escolaridade, e com literatura sobre desigualdades em saúde, que aponta que condições

socioeconômicas acumuladas modulam tanto o risco de adoecimento quanto a trajetória laboral.

O papel diferencial de gênero — sobretudo na relação  $A_p$ – $A_t$  — reforça achados clássicos sobre carreiras laborais femininas mais descontínuas e menor acúmulo contributivo.

## **5. CONCLUSÃO**

O estudo evidencia que:

1. Não existe independência condicional entre as variáveis saúde, aposentadoria e atividade.
2. As variáveis sociodemográficas  $C$  (idade, sexo, escolaridade) modulam, mas não eliminam, essas associações.
3. O modelo log-linear revela estruturas profundas de estratificação social.
4. Qualquer política ou modelo explicativo precisa considerar saúde, aposentadoria e atividade como componentes interligados de um mesmo processo biográfico.

## REFERÊNCIAS

AGRESTI, Alan. *Categorical Data Analysis*. New York: Wiley, 2002.

GOODMAN, Leo. The analysis of multidimensional contingency tables. *Journal of the American Statistical Association*, 1970.

OECD. *Pensions at a Glance 2021*. Paris: OECD Publishing, 2021.

WILLSON, Andrea; SHUEY, Kim; ELDER, Glen. Cumulative advantage processes in life course health. *American Journal of Sociology*, 2007.

## Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.