

16

ISSN 1414-0640

Série Documental
TEXTOS PARA DISCUSSÃO

Uma Comparação entre os Modelos Profluxo e IPC quando Aplicados aos Dados do Sistema Educativo Brasileiro

André Braz Golgher
Eduardo Luiz Gonçalves Rios-Neto

Ministério da Educação

INEP
Instituto Nacional de Estudos
e Pesquisas Educacionais
Anísio Teixeira

MEC

Ministério da Educação

INEP

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

Uma Comparação entre os Modelos Profluxo e IPC quando Aplicados aos Dados do Sistema Educacional Brasileiro

André Braz Golgher *

Eduardo Luiz Gonçalves Rios-Neto**

* Doutor em Demografia pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), é professor do Departamento de Economia da Faculdade de Ciências Econômicas (Face) dessa universidade e pesquisador do Cedeplar.

** Doutor em Demografia pela Universidade da Califórnia, Berkeley, USA, é professor titular do Departamento de Demografia da Faculdade de Ciências Econômicas (Face) dessa universidade e membro do Cedeplar.

Brasília-DF
2005

COORDENADORA-GERAL DE LINHA EDITORIAL E PUBLICAÇÕES (CGLEP)
Lia Scholze

COORDENADORA DE PRODUÇÃO EDITORIAL
Rosa dos Anjos Oliveira

COORDENADOR DE PROGRAMAÇÃO VISUAL
F. Secchin

EDITOR EXECUTIVO
Jair Santana Moraes

REVISÃO
Socorro Barbosa

NORMALIZAÇÃO BIBLIOGRÁFICA
Regina Helena Azevedo de Mello

DIAGRAMAÇÃO E ARTE-FINAL
Celi Rosalia Soares de Melo
Raphael Caron de Freitas

TIRAGEM
1.000 exemplares

EDITORIA
Inep/MEC – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
Esplanada dos Ministérios, Bloco L, Anexo I, 4º Andar, Sala 418
CEP 70047-900 – Brasília-DF – Brasil
Fones: (61) 2104-8438, (61) 2104-8042
Fax: (61) 2104-9812
editoria@inep.gov.br

DISTRIBUIÇÃO
Inep/MEC – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
Esplanada dos Ministérios, Bloco L, Anexo II, 4º Andar, Sala 414
CEP 70047-900 – Brasília-DF – Brasil
Fone: (61) 2104-9509
publicacoes@inep.gov.br
<http://www.inep.gov.br/pesquisa/publicacoes>

A exatidão das informações e os conceitos e opiniões emitidos são de exclusiva responsabilidade dos autores.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

Golgher, André Braz.

Uma comparação entre os modelos Profluxo e IPC quando aplicados aos dados do sistema educacional brasileiro / André Braz Golgher, Eduardo Luiz Gonçalves Rios-Neto. – Brasília : Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2005.

24 p. – (Série Documental. Textos para Discussão, ISSN 1414-0640; 16)

1. Avaliação do Sistema Educacional. 2. Modelo Profluxo. I. Rios-Neto, Eduardo Luiz Gonçalves. II. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. III. Título. IV. Série.

CDU 378.4

SUMÁRIO

Uma Comparação entre os Modelos Profluxo e IPC quando Aplicados aos Dados do Sistema Educacional Brasileiro

LISTA DE GRÁFICOS	5
APRESENTAÇÃO	7
INTRODUÇÃO	9
MODELO PROFLUXO	9
Proporção de aprovados e ingressados	10
Ajuste de funções matemáticas no modelo Profluxo	14
MODELO IPC	16
Dados empíricos	16
Ajuste do modelo estatístico	18
COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS PROFLUXO E IPC	22
COMENTÁRIOS FINAIS	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Proporção de pessoas aprovadas por idade e por série – Brasil – 1981	10
Gráfico 2 – Comparação entre as proporções de aprovados em diferentes anos na 1ª série do ensino fundamental – Brasil.....	11
Gráfico 3 – Comparação entre as proporções de aprovados em diferentes anos na 1ª série do ensino médio – Brasil	12
Gráfico 4 – Proporção de ingressados por idade e por série – Brasil – 1981	12
Gráfico 5 – Proporção de ingressados e aprovados: todas as séries – Brasil – 1981	13
Gráfico 6 – Proporção de ingressados e aprovados: de 1ª a 5ª séries do ensino fundamental Brasil – 1981	13
Gráfico 7 – Curvas ajustadas pelo modelo Profluxo para aprovados – Brasil – 1981	15
Gráfico 8 – Curvas reais e ajustadas pelo método Profluxo para a proporção de aprovados Brasil – 1981	15
Gráfico 9 – Taxa de cobertura real e ajustada pelo modelo Profluxo por série em diferentes anos – Brasil	16
Gráfico 10 – Probabilidade de progressão por série em diferentes anos – e_0 – Brasil	17
Gráfico 11 – Comparação com diferentes probabilidades de progressão por série Brasil – 2001	18
Gráfico 12 – Proporção de matriculados na 1ª série do ensino fundamental por idade em diferentes anos – Brasil	18
Gráfico 13 – Valores de e_0 estimados em diferentes anos – Brasil	19
Gráfico 14 – Proporção estimada de alunos matriculados na 1ª série do ensino fundamental em diferentes anos – Brasil	19
Gráfico 15 – Curvas ajustadas pelo modelo IPC – Proporção de aprovados – Brasil – 1981	20
Gráfico 16 – Comparação entre curvas reais e ajustadas pelo método IPC para a 1ª, 4ª e 7ª séries do ensino fundamental e 2ª série do ensino médio Proporção de aprovados – Brasil – 1981	20
Gráfico 17 – Comparação entre valores reais e ajustados pelo método IPC para a taxa de cobertura	21
Gráfico 18 – Projeção dos valores de taxa de cobertura com a utilização do modelo IPC	21

Gráfico 19 – Comparação entre valores ajustados e reais para os métodos Profluxo e IPC para taxa de cobertura – Brasil – 1981	22
Gráfico 20 – Comparação entre valores ajustados e reais para os métodos Profluxo e IPC para taxa de cobertura – Brasil – 1981	22
Gráfico 21 – Comparação entre valores ajustados e reais para os métodos Profluxo e IPC para taxa de cobertura – Brasil – 1981	23

APRESENTAÇÃO

O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) e a Universidade Federal de Minas Gerais, mediante o Cedeplar, firmaram convênio de cooperação técnica visando analisar a produtividade do sistema educacional brasileiro, no que diz respeito a rendimento e permanência dos alunos no ensino fundamental. Foram utilizadas as bases de dados do Inep e de outros órgãos produtores de informação, a fim de que fossem desenvolvidas metodologias analíticas e de pesquisa.

Nesta série, apresentamos alguns dos resultados do convênio, através de três trabalhos que tratam dos "Aspectos Metodológicos sobre Indicadores Educacionais no Brasil", englobando os Textos para Discussão nºs 16 e 19.

O Texto para Discussão nº 16 inclui o artigo "Uma Comparação entre os Modelos Profluxo e IPC quando Aplicados a Dados do Sistema Educacional Brasileiro". O artigo, que compara o modelo Profluxo tradicional com o chamado modelo IPC, é uma combinação da noção de probabilidade de progressão por série com taxas correntes de matrícula. A possibilidade de reconstruir o modelo Profluxo e obter uma certa aderência a partir desse novo modelo é um avanço metodológico, já que a metodologia IPC é adequada à projeção e à elaboração de cenários.

O Texto para Discussão nº 19 tratará do importante tema Índice de Desenvolvimento Humano, relacionando-o à Educação. Ele inclui dois artigos: "Novas propostas de Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – Educação: uma aplicação com dados de Minas Gerais e Rio de Janeiro" e "Heterogeneidade educacional no Brasil analisada a partir de diferentes indicadores de desenvolvimento humano". Ambos são fruto de um mesmo estudo que procurou obter novas propostas de Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - Educação.

O primeiro artigo discute as limitações dos subíndices utilizados no cálculo do IDH e apresenta novos candidatos a subíndices e propostas alternativas para o IDH tradicional. A título de ilustração, são mostradas as diferenças entre os indicadores propostos quando aplicados aos dados dos Estados de Minas Gerais e do Rio de Janeiro.

O segundo está diretamente ligado ao primeiro e expande o campo de análise para todo o Brasil. A heterogeneidade educacional brasileira é discutida a partir dos dados do IDH tradicional e das novas propostas de indicadores obtidas no trabalho anterior.

Orosinda Taranto Goulart
Diretora de Tratamento e Disseminação de Informações Educacionais

Uma Comparação entre os Modelos Profluxo e IPC quando Aplicados aos Dados do Sistema Educacional Brasileiro

André Braz Golgher
Eduardo Luiz Gonçalves Rios-Neto

INTRODUÇÃO

As estatísticas oficiais produzidas pelos órgãos governamentais ligados à educação têm importante papel no planejamento e avaliação dos sistemas educacionais (Fletcher, Ribeiro, 1996). Até a década de 80, a partir dos diagnósticos formulados com base nos dados dos Censos Escolares, acreditava-se que o principal problema do sistema de ensino brasileiro era as altas taxas de evasão. Esse fenômeno seria causado por vários fatores socioeconômicos externos ao sistema de ensino, tais como: pobreza, má distribuição de renda, desestruturação da família, etc., o que excluía a escola como um dos pontos centrais de análise (Soares, Lima, 2002). Entretanto, essas estatísticas apresentavam erros consideráveis de estimação tanto para as taxas de repetição como de evasão.

Esse quadro mudou durante os anos 80, quando foi desenvolvido o modelo matemático Profluxo (Fletcher, Ribeiro, 1996; Fletcher, 1997; Beltrão, Ghaouri, 2002) que permitiu estimar vários índices sobre a *performance* do sistema educacional utilizando as bases de dados demográficos (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – Pnad e Censos Demográficos). Em geral, essas bases têm menos erros do que as estatísticas educacionais oficiais e permitem obter um quadro mais fidedigno da real situação do sistema educacional do País. Estudos baseados no modelo Profluxo indicaram que o principal problema nas escolas brasileiras não era as altas taxas de evasão, e sim as altas taxas de repetência. A evasão era, na verdade, uma repetência travestida, uma vez que os estudantes que não iam passar de ano eram enviados pelas escolas, prematuramente, de volta para

casa. Desde então, o modelo Profluxo tornou-se uma poderosa ferramenta de análise que permite a obtenção de uma ampla gama de informações educacionais.

Recentemente, foi desenvolvido um outro método que se baseia na Probabilidade de Promoção por Séries (PPS), conhecido como modelo IPC (como referência, ver Oliveira, 2002). Esse segundo método, que também pode ser aplicado aos dados educacionais de forma bastante efetiva, surge como forma alternativa de análise de dados em Demografia da Educação.

Pretende-se, no presente trabalho, descrever ambos os métodos e compará-los quanto à qualidade de ajuste em dados sobre o sistema educacional brasileiro. Para tanto, o texto foi dividido em quatro partes, sendo a primeira essa introdução. Em seguida, será apresentado o modelo Profluxo de forma bastante sucinta, uma vez que esse modelo já foi discutido em muitos outros estudos. Para uma discussão mais completa, além das referências já citadas, recomenda-se ver Golgher (2004). Depois disso, será apresentado o modelo IPC com uma descrição um pouco mais detalhada, quando será descrita a metodologia utilizada no ajuste do modelo. Por fim, a qualidade do ajuste dos dois modelos é comparada.

MODELO PROFLUXO

Nesta parte do texto, pretende-se apresentar o modelo Profluxo em duas seções distintas. Inicialmente, serão mostradas curvas com a proporção de aprovados e ingressados. Ficará claro, na apresentação dos dados empíricos, que houve um avanço quantitativo significativo no

sistema educacional brasileiro nas décadas recentes. Em seguida, serão discutidos os ajustes de funções matemáticas e a obtenção de informações sobre a taxa de cobertura estimada com o emprego dessas funções.

Proporção de aprovados e ingressados

Os dados empíricos para o Brasil nos anos de 1981, 1993 e 2001 foram obtidos a partir da manipulação direta dos microdados das Pnad's. Inicialmente, deve-se justificar o porquê da escolha desses anos. O ano de 2001 foi escolhido porque a Pnad desse ano era a mais recente com os microdados disponíveis para análises na época em que foi feito este estudo. O ano de 1993 foi selecionado por ser exatamente anterior ao ano inicial do governo do presidente Fernando Henrique Cardoso, o que possibilitou verificar a dinâmica de evolução das estimativas educacionais antes e durante esse governo. Cabe esclarecer que a opção pela Pnad de 1993 deveu-se à não realização da Pnad de 1994. O ano de 1981 foi escolhido por ser essa a base de dados mais antiga disponível em meio magnético com uma grande abrangência geográfica possibilitando uma comparação com dados em um período amplo de duas décadas. Como os resultados obtidos são numerosos e já foram discutidos em outras publicações (Golgher, 2004), serão incluídas apenas algumas discussões ilustrativas do modelo, indicando as principais características desse.

O Gráfico 1 mostra as curvas para a proporção de aprovados por idade para 1981 (curvas semelhantes podem ser obtidas para os demais anos). A curva mais elevada é referente à 1ª série do ensino fundamental. Como pode ser observada, a proporção de pessoas aprovadas na 1ª série do ensino fundamental variava entre menos de 10% para crianças com 7 anos de idade até mais de 80% para pessoas com idade entre 14 e 25 anos, sendo essa última o limite de idade utilizado nesse estudo. A segunda curva mais elevada mostra os resultados para a 2ª série do mesmo nível de ensino. A terceira, refere-se a 3ª série e assim sucessivamente. As últimas cinco curvas mostram os resultados para o nível superior. Pode-se observar que as proporções de aprovados nas demais séries, com exceção das curvas para o ensino superior, seguem um padrão semelhante à 1ª série do ensino fundamental, mas com valores muito inferiores. Como exemplo, temos a 5ª série do ensino fundamental que apresentava em 1981 um nível de aprovação para brasileiros com idade entre 15 e 25 anos de aproximadamente 50% e valores inferiores para as idades mais jovens.

Um ponto importante que deve ser ressaltado no Gráfico 1 é a tendência das curvas a apresentarem agrupamentos de séries bem determinados. As quatro primeiras séries do ensino fundamental formam um grupo de curvas com valores mais elevados que representam o primeiro aglomerado (primeira metade do ensino fundamental). Muito abaixo da curva da 4ª série do

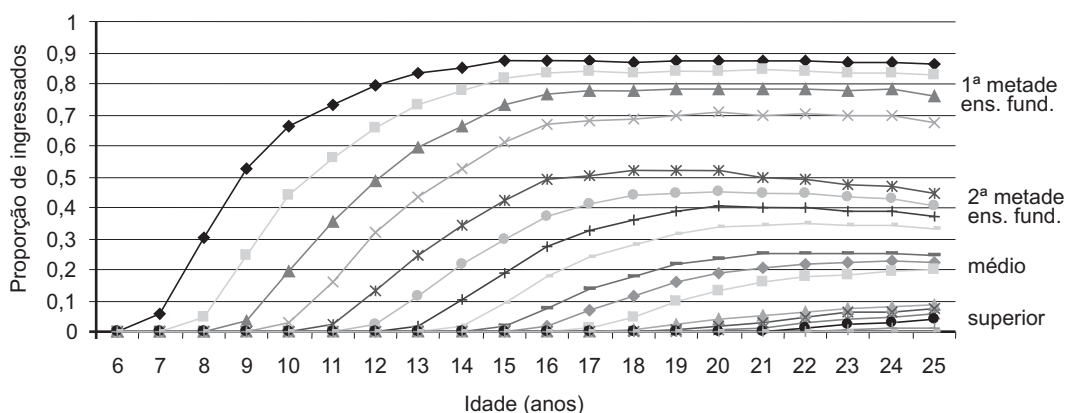


Gráfico 1 – Proporção de pessoas aprovadas por idade e por série – Brasil – 1981

Fonte: Pnad, 1981. Dados trabalhados.

ensino fundamental aparece a curva da 5ª série. Essa última e as próximas três curvas formam o segundo aglomerado (segunda metade do ensino fundamental). Essa separação entre aglomerados sugere que existia uma grande evasão entre 4ª e 5ª séries do ensino fundamental em 1981, como será discutido em análises posteriores com os gráficos de aprovados e ingressados apresentados em conjunto. Um terceiro aglomerado pode ainda ser verificado para o ensino médio e um quarto, para o nível superior. Esses aglomerados demonstram uma clara separação entre diferentes níveis de ensino. A proporção de aprovados cai muito entre a primeira metade do atual ensino fundamental (o antigo primário ou elementar) e a segunda metade (o antigo ginásio), desse último nível para o ensino médio (o antigo colegial ou científico) e desse para o ensino superior.

Gráficos semelhantes obtidos para as curvas de 1993 e 2001 mostraram valores para a proporção de aprovados superiores ao observado para 1981. O Gráfico 2 apresenta essa tendência para a 1ª série do ensino fundamental. Observa-se que houve um grande aumento nas proporções de aprovados em todas as idades,

principalmente nas idades inferiores a 15 anos. Como ilustração, comentam-se os resultados para as pessoas de 10 anos de idade. Em 1981, 66% das pessoas com essa idade já haviam sido aprovados na 1ª série do ensino fundamental. Doze anos depois, essa cifra havia aumentado para 79%, e em 2001 já era de 93%.

Para as demais séries da primeira metade do ensino fundamental, o quadro de evolução no período é muito semelhante, mas com valores para a proporção de aprovados pouco inferior para idades maiores. Nas séries restantes do ensino fundamental, observa-se que os valores para a proporção de aprovados são menores do que para as quatro primeiras séries desse mesmo nível de ensino, mas a melhoria relativa em cada uma das séries foi mais marcante durante o governo do presidente Fernando Henrique Cardoso. Esse fato indica que houve grande diminuição nas taxas de evasão e/ou de repetência e/ou de entrada tardia no sistema educacional entre os anos de 1993 e 2001. Esse fato causou uma diminuição significativa da tendência de aglomeração entre os três primeiros grupos de séries citados acima. Essas variações verificadas para o ensino fundamental ficam ainda mais evidentes quando se observam

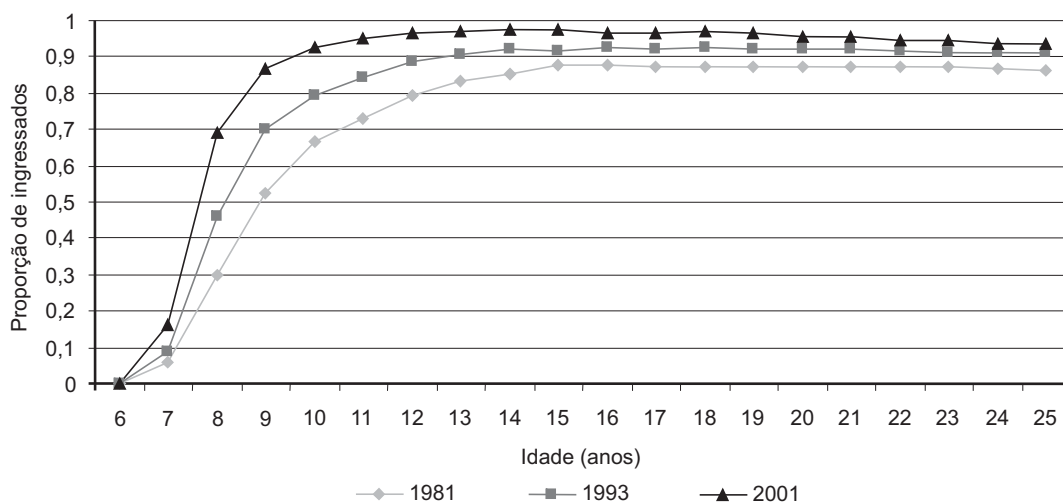


Gráfico 2 – Comparação entre as proporções de aprovados em diferentes anos na 1ª série do ensino fundamental – Brasil

Fonte: Pnads, 1981, 1993, 2001. Dados trabalhados.

as curvas dos ensinos médio e superior. O Gráfico 3 exemplifica essas variações com os dados para a 1ª série do ensino médio.

A apresentação das curvas de proporção de aprovados por idade, como mostrado no Gráfico 3, é um método eficaz para analisar alguns dos aspectos da realidade da educação brasileira. Por meio delas detectou-se que houve grande avanço em todos os níveis de ensino no sistema educacional brasileiro entre os anos de 1981 e 2001.

O mesmo tipo de análise realizada para a proporção de aprovados pode ser feito

para a proporção de ingressados. Esses são os indivíduos que já foram aprovados na série mais aqueles que se encontravam matriculados nesta mesma série na época da pesquisa. O Gráfico 4 mostra as proporções de ingressados para 1981. Verifica-se que as curvas são semelhantes às curvas de aprovados para o mesmo ano, inclusive com a existência dos aglomerados de séries, mas com valores pouco mais elevados, pois eles incluem os matriculados.

A tendência de melhora entre os anos de 1981 e 2001 que foi discutida para aprovados também foi verificada para ingressados (resultados não mostrados).

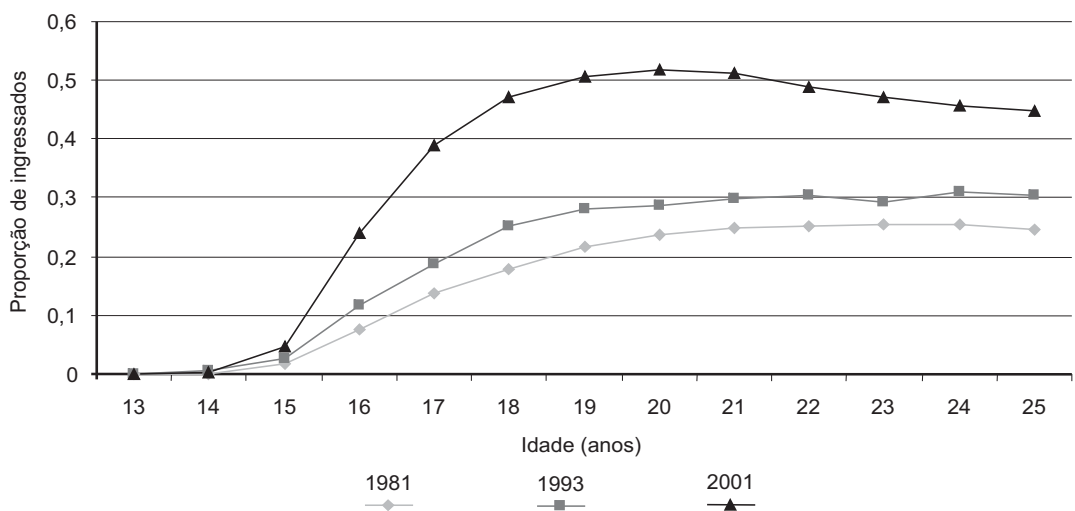


Gráfico 3 – Comparação entre as proporções de aprovados em diferentes anos na 1ª série do ensino médio – Brasil

Fonte: Pnads, 1981, 1993, 2001. Dados trabalhados.

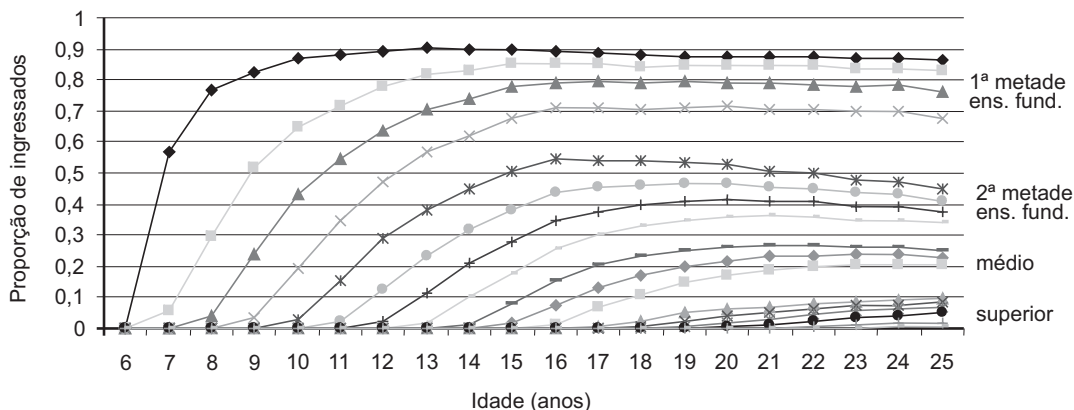


Gráfico 4 – Proporção de ingressados por idade e por série – Brasil – 1981

Fonte: Pnad, 1981. Dados trabalhados.

As curvas para as proporções de aprovados e ingressados, apresentadas no Gráfico 4, permitem obter muitas informações a respeito do sistema educacional brasileiro. No entanto, o estudo das curvas em conjunto é uma ferramenta ainda mais poderosa de análise fornecendo muitos outros resultados que seriam de impossível obtenção a partir do estudo com apenas um tipo de curva. O Gráfico 5 mostra as curvas de proporção de aprovados e ingressados no Brasil em 1981 mostrados em conjunto.

Como o Gráfico 5 apresenta muitas curvas simultaneamente, o que dificulta um pouco a interpretação, pode-se analisar apenas uma parte da informação nele contida de cada vez. Como ilustração, é mostrado o Gráfico 6 com as curvas de aprovados e ingressados para as cinco primeiras séries do ensino fundamental. Outros

gráficos semelhantes com as demais séries complementam o estudo, mas não são mostrados aqui. Cada série forma um par de curvas bem definido, sendo a curva superior a proporção de ingressados e a inferior a proporção de aprovados; o mais alto sendo referente à 1ª série e o mais baixo, à 5ª série do ensino fundamental. São muitas as formas de interpretação dessas curvas. Aqui será citada unicamente a possibilidade de estudar-se a evasão de estudantes entre séries. Recomenda-se ver as referências citadas para uma descrição cuidadosa de outras formas de interpretação.

A análise focará na diferença entre a curva de aprovados de uma série e a curva de ingressados da série exatamente superior, o que indica a evasão escolar entre as séries. Verifica-se uma pequena evasão entre a 1ª e a 2ª séries do

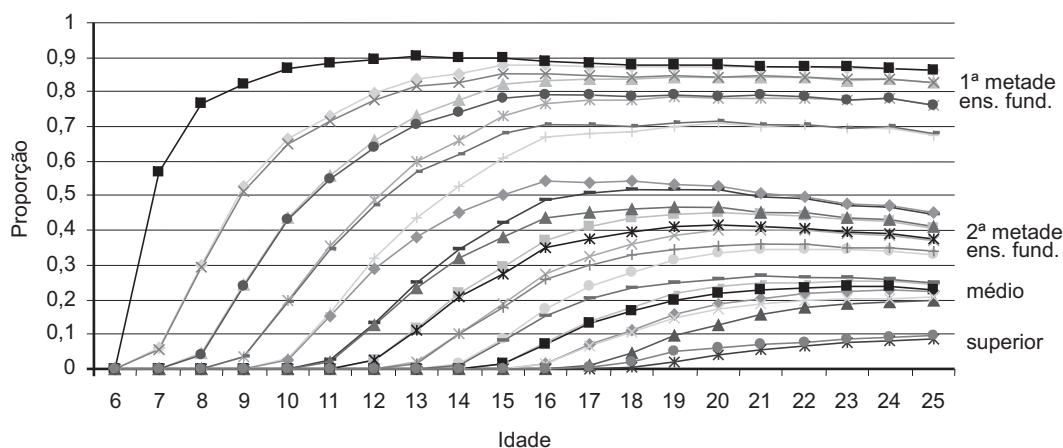


Gráfico 5 – Proporção de ingressados e aprovados: todas as séries – Brasil – 1981

Fonte: Pnad, 1981. Dados trabalhados.

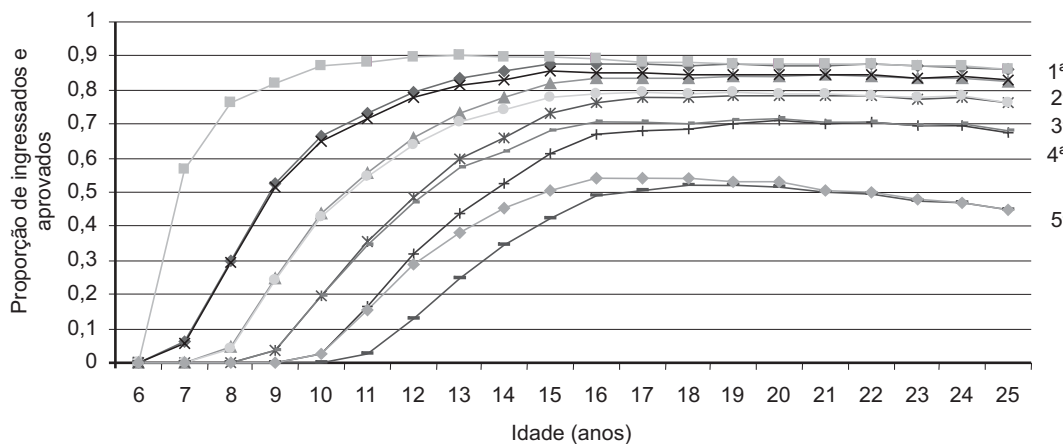


Gráfico 6 – Proporção de ingressados e aprovados: de 1ª a 5ª séries do ensino fundamental – Brasil – 1981

Fonte: Pnad, 1981. Dados trabalhados.

ensino fundamental, principalmente a partir dos 11 anos, como pode ser visto pela diferença entre a curva de aprovados na 1ª série do ensino fundamental e a curva de ingressados na 2ª série do mesmo nível. Por exemplo, para a idade de 12 anos, 80% das pessoas já haviam sido aprovadas na primeira dessas séries, mas somente 78% delas já tinham ingressado na segunda. A diferença, aproximadamente 2%, era a proporção de evadidos do sistema escolar entre essas séries para essa idade. Esse mesmo quadro é verificado entre a 2ª e a 3ª séries e entre a 3ª e a 4ª séries. Entretanto, uma comparação entre as curvas de aprovados na 4ª série e de ingressados na 5ª mostra um fenômeno diferenciado: a grande evasão escolar depois de concluído o antigo primário existente em 1981. Para as pessoas de 20 anos de idade, a proporção de aprovados na primeira dessas séries era de aproximadamente 70% e a proporção de ingressados na série seguinte era de aproximadamente 51%. Portanto, 19% das pessoas dessa idade evadiram-se do sistema educacional nessa transição.

Os dados apresentados no Gráfico 6 permitem ainda a confecção de novas formas de discussão, que muito têm a enriquecer as análises sobre sistemas educacionais, tais como taxas de cobertura, evasão escolar e proporção máxima de aprovados e de ingressados por idade (Golgher, 2004), além de outras possibilidades (Fletcher, Ribeiro, 1996; Fletcher, 1997; Beltrão, Ghaouri, 2002). A seguir será apresentada a discussão sobre o ajuste de funções matemáticas nas curvas acima descritas.

Ajuste de funções matemáticas no modelo Profluxo

O ajuste de funções matemáticas às curvas acima descritas permite abordar os dados de novas formas, além de permitir uma melhor visualização das principais tendências em curvas não muito bem-definidas e que apresentem muitas oscilações (Fletcher, Ribeiro, 1996; Fletcher, 1997; Beltrão, Ghaouri, 2002).

Como o principal objetivo desse texto é apresentar o modelo IPC ajustado aos dados sobre a educação e compará-lo com o modelo

Profluxo, serão abordados apenas alguns pontos principais sobre a metodologia de ajuste de curvas matemáticas no modelo Profluxo. Uma explicação mais detalhada pode ser vista em Fletcher e Ribeiro (1996), Fletcher (1997), Beltrão e Ghaouri (2002) e Golgher (2004).

No modelo Profluxo são ajustadas funções matemáticas nas curvas empíricas, tanto para a proporção de aprovados como para a proporção de ingressados. Serão descritos os pontos centrais utilizados no ajuste para a primeira dessas proporções, uma vez que a metodologia de ajuste para as proporções de ingressados é semelhante.

Dois fatores em separado seriam responsáveis pela proporção de aprovados, $A_{i,k}$, onde i é a idade e k é a série. O primeiro dos fatores representa o progresso na participação dos indivíduos entre os aprovados, ou seja, a passagem entre as pessoas que freqüentam a escola da categoria de não-aprovado para aprovado. A função matemática que representa esse fator é dada por:

$P_{i,k} = 2/[1 + \exp(ai^{-b})]$, onde a e b são parâmetros.

O segundo ponto responsável pela proporção de aprovados corresponde à taxa de participação (máxima) na série em questão da coorte presentemente com idade i . A função matemática que representa esse fator é dada por:

$L_{i,k} = 1/[1 + \exp(c + di)]$, onde c e d são parâmetros.

A proporção de aprovados é dada pelo produto desses dois fatores: $A_{i,k} = P_{i,k} \times L_{i,k}$.

Segundo Fletcher e Ribeiro (1996), as funções acima podem ser usadas para representar praticamente todos os dados reais com uma pequena margem de erro, tanto com relação a aprovados como com relação a ingressados. Além disso, a partir dessas funções, todos os elementos da matriz de transição entre níveis escolares podem ser obtidos (taxas de repetência, aprovação, evasão, etc.).

A seguir, são mostradas algumas das curvas ajustadas por essas funções matemáticas.

O Gráfico 7 mostra as curvas ajustadas para aprovados em 1981. As curvas não apresentam as oscilações observadas nas curvas reais; elas são suavizadas pelo método. Essa já seria uma das aplicações importantes do modelo: a possibilidade de melhor visualização das principais tendências das curvas, principalmente se as curvas empíricas apresentarem variações significativas devido à expansão de pequenas amostras.

Como o Gráfico 7 apresenta muitas curvas, foram selecionadas quatro dentre elas que serão usadas na comparação entre as curvas empíricas e as ajustadas: as curvas para a 1ª, 4ª e 7ª séries do ensino fundamental e para a 2ª série do ensino médio. Como é mostrada no Gráfico 8, conforme comentado por Fletcher e Ribeiro

(1996), as curvas ajustadas são muito semelhantes aos dados empíricos.

Para os anos de 1993 e 2001 (resultados não mostrados), observou-se um quadro geral semelhante ao observado para o ano de 1981, indicando um bom ajuste dos dados para todos os anos estudados para a proporção de aprovados. Os mesmos gráficos mostrados anteriormente, para aprovados, também podem ser obtidos para ingressados.

O estudo das curvas ajustadas por funções no modelo Profluxo permite a obtenção de uma ampla gama de informações (Fletcher, Ribeiro, 1996; Fletcher, 1997; Beltrão, Ghaouri, 2002; Golgher, 2004). Além disso, as funções matemáticas podem ser usadas para derivar outras

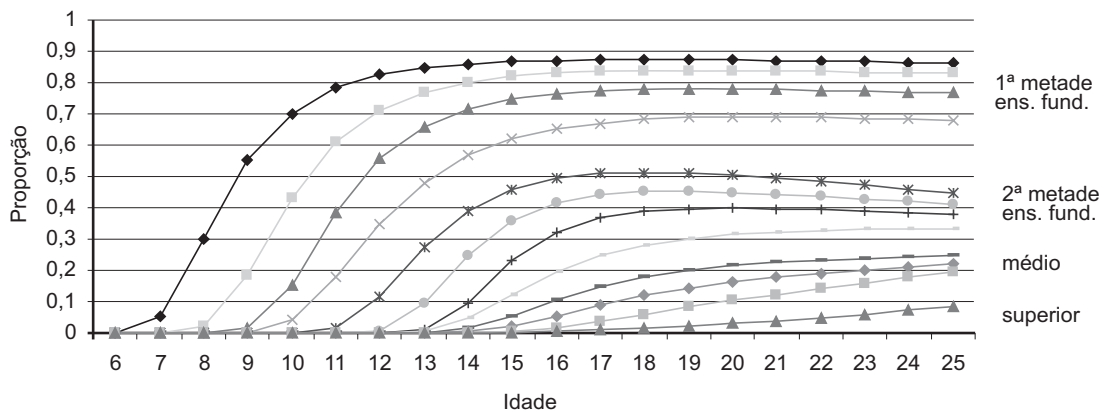


Gráfico 7 – Curvas ajustadas pelo modelo Profluxo para aprovados – Brasil – 1981

Fonte: Pnad, 1981. Dados trabalhados.

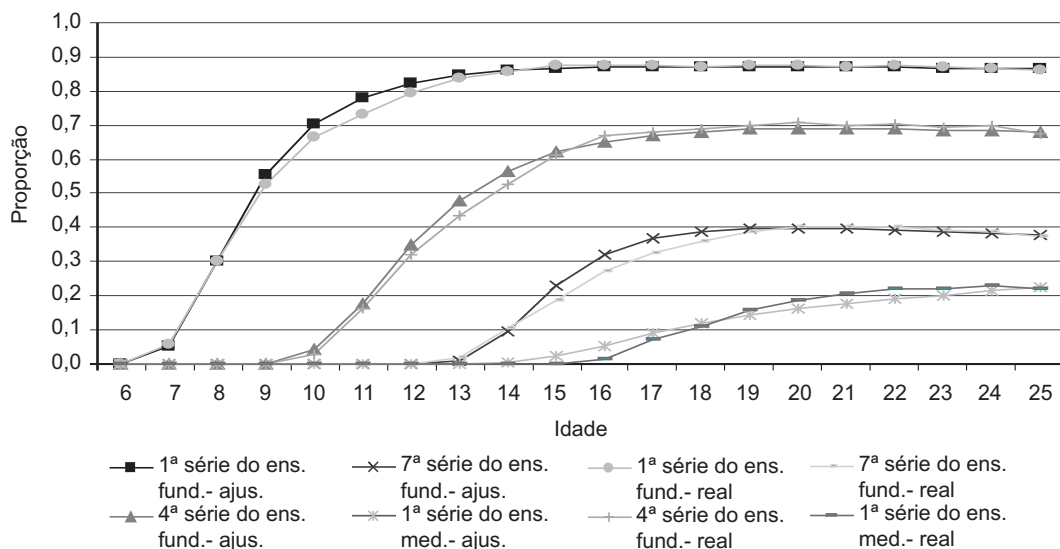


Gráfico 8 – Curvas reais e ajustadas pelo método Profluxo para a proporção de aprovados – Brasil – 1981

Fonte: Pnad, 1981. Dados trabalhados.

curvas, como as taxas de cobertura e máximos de proporção de aprovados/ingressados por idade modal. A título de ilustração, o Gráfico 9 apresenta uma comparação para a primeira dessas taxas entre os dados reais e as curvas ajustadas. Verifica-se que o ajuste é muito bom em todos os anos estudados. Foi observada uma discrepância maior para o ano de 2001, mas ainda assim pequena.

Pelo que foi exposto no Gráfico 9, percebe-se que o modelo Profluxo é uma poderosa ferramenta de análise. A aplicação de modelos em demografia da educação pode, em muito, enriquecer a análise sobre aspectos específicos do sistema educacional brasileiro. A seguir, será discutido o modelo IPC, que surge como uma opção distinta em estudos educacionais.

MODELO IPC

Como o um modelo IPC é menos conhecido do que o modelo Profluxo, a descrição será um pouco mais detalhada. Inicialmente, serão mostrados alguns dos dados empíricos que serviram de base para a aplicação do modelo. Em seguida, será descrita a metodologia de ajuste do modelo IPC. Por fim, serão discutidos os resultados obtidos. Esse modelo foi aplicado em estudos sobre demografia da educação no Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (Cedeplar/UFMG), sob coordenação do professor Rios-Neto.

Dados empíricos

O primeiro passo desse método é a obtenção de uma matriz com o número de pessoas em uma dada população por ano de estudo por idade. Em seguida, a partir dessa primeira matriz, é obtida uma segunda que conta com todas as pessoas que algum dia já foram aprovadas na série em questão. Por exemplo, as pessoas já aprovadas algum dia na 1ª série do ensino fundamental são aquelas com um ano de estudo mais aquelas com dois ou mais anos de estudo. Outro exemplo: pessoas já aprovadas na 8ª série do ensino fundamental são aquelas com oito ou mais anos de estudo.

As probabilidades de progressão por série (PPS) são calculadas a partir dessa última matriz (Rios-Neto, 2004). Essas são representadas na literatura especializada pela letra e . Assim, como mostra a primeira das expressões matemáticas abaixo, e_0 é a probabilidade de progressão de pelo menos zero anos de estudo, ou seja, toda a população do local, para pelo menos um ano de estudo, ou seja, os já aprovados na 1ª série do ensino fundamental. A segunda das expressões matemáticas mostra a razão que determina os valores de e_1 , que é a probabilidade de progressão de pelo menos um para pelo menos dois anos de estudos. Em outras palavras, é a probabilidade entre os que já tinham sido aprovados na 1ª série do ensino fundamental de também já terem sido aprovados na série

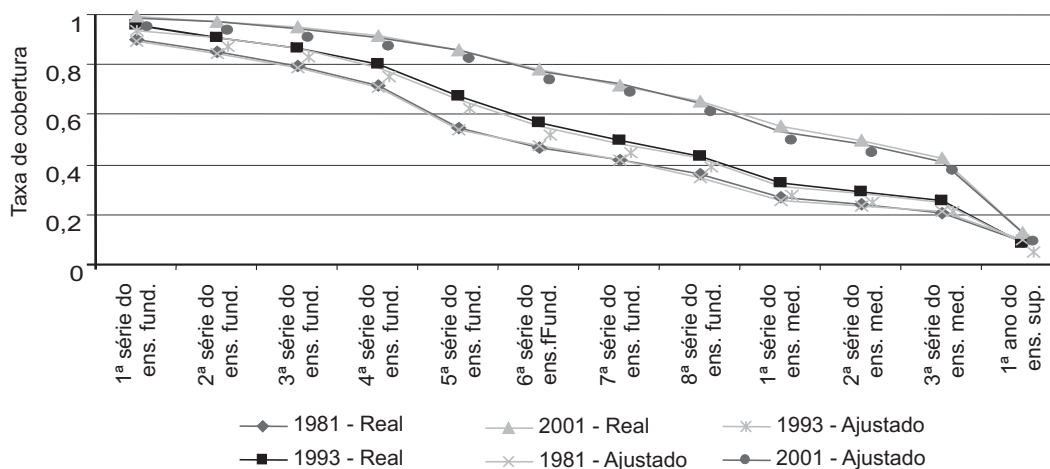


Gráfico 9 – Taxa de cobertura real e ajustada pelo modelo Profluxo por série em diferentes anos – Brasil

Fonte: Pnads, 1981, 1993 e 2001. Dados trabalhados.

seguinte. O raciocínio segue de forma análoga para as demais séries.

$e_0 = P_1/P_0$, onde P_1 é o número de pessoas em uma determinada idade que já foi aprovado algum dia na 1ª série do ensino fundamental e P_0 é o número total de indivíduos na mesma idade.

$e_1 = P_2/P_1$, onde P_2 é o número de pessoas em uma determinada idade que já foi aprovado algum dia na 2ª série do ensino fundamental.

Abaixo são mostrados alguns resultados empíricos obtidos para o Brasil em diferentes anos para e_0 . O primeiro ponto a ser notado é a melhoria nessa probabilidade entre os anos de 1981 e 2001 para todas as idades. Uma proporção muito maior da população obteve a aprovação na 1ª série do ensino fundamental no fim do período analisado indicando, a partir de um indicador diverso, o grande avanço quantitativo ocorrido no sistema de ensino brasileiro nas últimas décadas. Além disso, observa-se que o valor da PPS aumenta com a idade até, aproximadamente, os 15 anos, quando é observada uma estabilização nas cifras.

O Gráfico 11 compara valores de diferentes PPS para o ano de 2001. A curva mais à esquerda e com valores superiores refere-se

à passagem de zero anos de estudos para aprovados na 1ª série do ensino fundamental, e_0 . A segunda mais à esquerda mostra a passagem de pelo menos três anos de estudo para, pelo menos quatro, ou seja, entre as pessoas que tinham três anos de estudo, qual era a probabilidade de também terem sido aprovadas na 4ª série do ensino fundamental, e_3 . As outras duas curvas mostradas são referentes a e_7 e e_{11} . Note que os valores para essa última são muito mais baixos do que o observado para as demais transições em decorrência, entre outros pontos, da significativa evasão entre a última série do ensino médio e o primeiro ano do ensino superior.

Procurou-se demonstrar, pela breve exposição anterior, que as PPS dependem da idade do indivíduo (Gráficos 10 e 11) e também do ano de análise ou período em que o estudo é feito (Gráfico 10).

Esses dados já descritos são utilizados como base para o ajuste do modelo para a obtenção da proporção de aprovados. Para a obtenção dos valores esperados para as proporções de ingressados, necessita-se, também, do número de matriculados em cada uma das séries. Como exemplo, é mostrado o

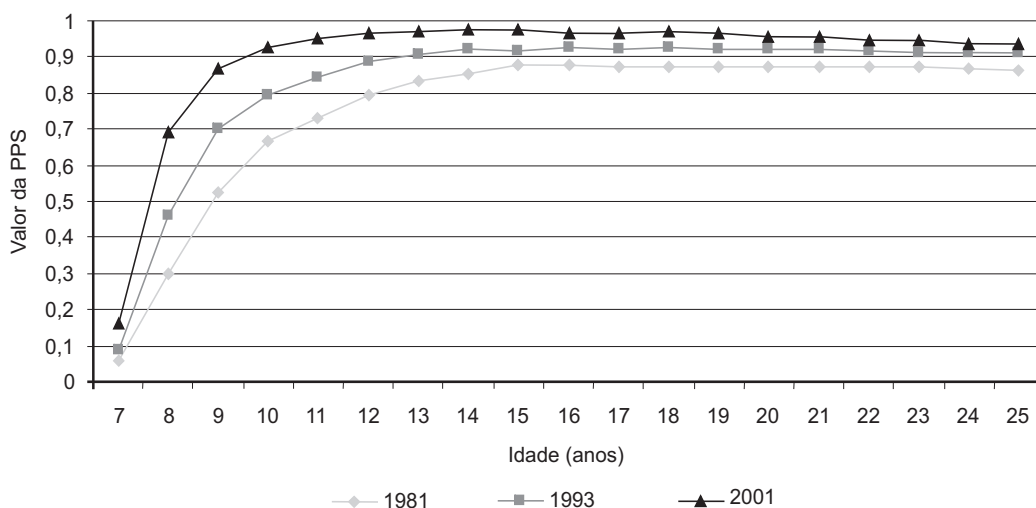


Gráfico 10 – Probabilidade de progressão por série em diferentes anos – e_0 – Brasil

Fonte: FIBGE, 1981, 1993, 2001.

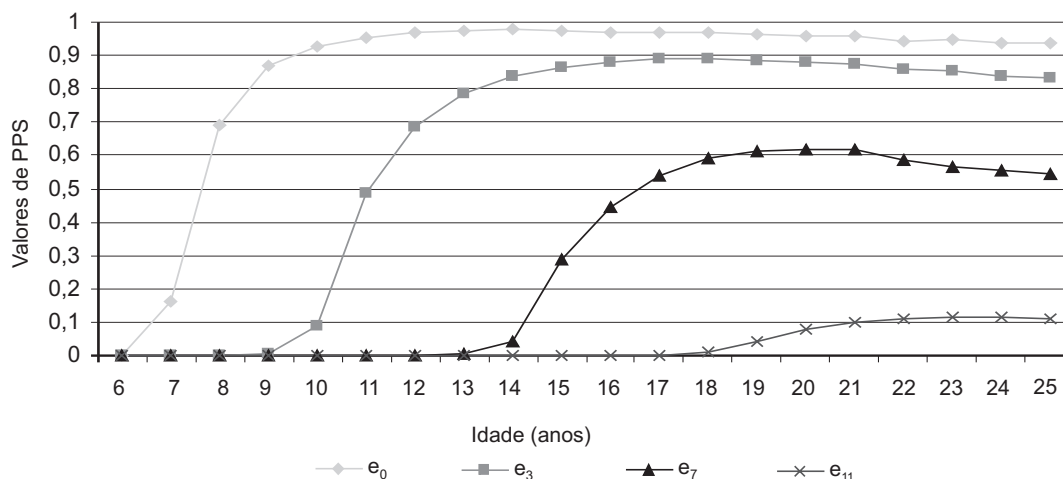


Gráfico 11 – Comparação com diferentes probabilidades de progressão por série – Brasil – 2001

Fonte: FIBGE, 2001.

Gráfico 12 com os resultados empíricos obtidos para as proporções de matriculados na 1ª série do ensino fundamental em diferentes anos. Nota-se que a proporção estudantes nessa série com sete anos era muito maior em 2001 do que nos demais anos e o contrário ocorria para as idades mais elevadas, indicando uma defasagem escolar no período analisado.

Ajuste do modelo estatístico

O método IPC consiste no ajuste de um modelo estatístico tendo como base os dados empíricos anuais anteriormente mostrados. No caso da proporção de aprovados, utilizam-se os

valores de PPS (e_0, e_1, e_2, \dots) como variável dependente. São três as variáveis explicativas: a idade do indivíduo (I), o período da pesquisa (P) e a coorte do indivíduo (C), o que dá origem ao nome do modelo.¹ Os valores de e_k são usados em um modelo linear generalizado que tem como função ligação o logito. Para os aprovados, o modelo toma a seguinte forma:

$\ln(e_k/(1-e_k)) = \alpha + \beta_{id}X_{id} + \beta_pX_p + \beta_cX_c$, onde e_k é a probabilidade de progressão por série da série “k” para a série “k+1”; X_{id} é a idade do indivíduo; X_p é o período; X_c é a coorte. Os coeficientes α e os β s são obtidos pela regressão.

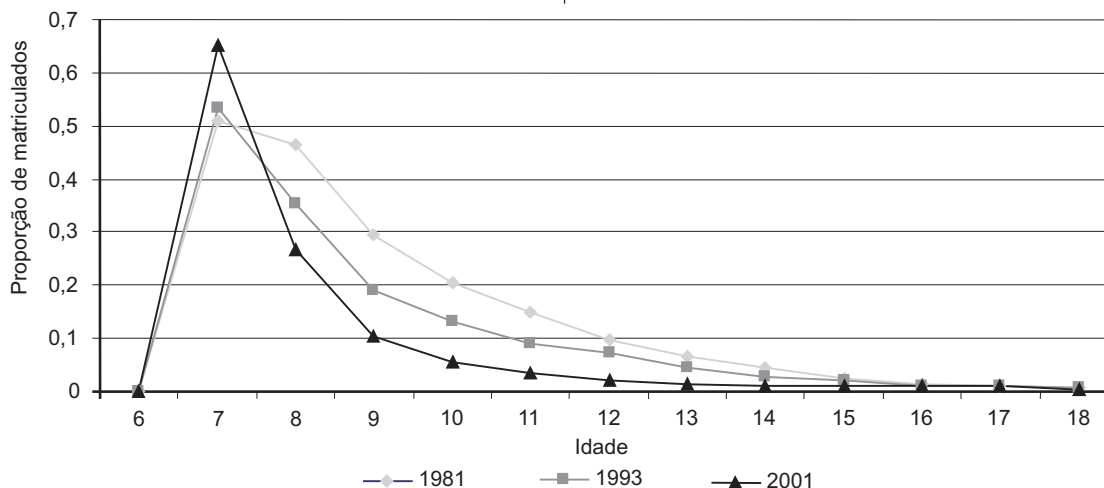


Gráfico 12 – Proporção de matriculados na 1ª série do ensino fundamental por idade em diferentes anos – Brasil

Fonte: FIBGE, 1981, 1993, 2001.

¹ Como a última das variáveis depende das duas anteriores, ela não é uma variável realmente independente. Artifícios estatísticos são usados para que o uso dela seja possível (ver Oliveira, 2002).

A partir dos coeficientes obtidos na regressão acima, obtêm-se os valores de PPS esperados. O Gráfico 13 mostra as curvas ajustadas para e_0 em diferentes anos. Note-se a semelhança com os resultados empíricos já mostrados.

No caso da proporção de ingressados, a metodologia difere um pouco. Uma vez estimadas as proporções de aprovados, deve-se estimar o valor esperado para matriculados, uma vez que os ingressados são a soma dos aprovados com os matriculados.

Para estimar os matriculados é ajustado um modelo semelhante ao acima descrito, onde se muda somente a variável resposta. Em vez das

PPSs, utiliza-se a proporção de matriculados em cada uma das séries:

$$\ln(m_k/(1-m_k)) = \alpha + \beta_{id}X_{id} + \beta_pX_p + \beta_cX_c,$$

onde m_k é a proporção de matriculados por série.

O Gráfico 14 mostra as curvas ajustadas para matriculados na 1ª série do ensino fundamental.

Com os valores estimados de PPS e de matriculados obtêm-se os gráficos das curvas ajustadas tanto para aprovados como para ingressados para todas as séries escolares em todos os anos analisados. Exemplos dos resultados obtidos são mostrados a seguir com a seleção de dois gráficos ajustados aos dados de

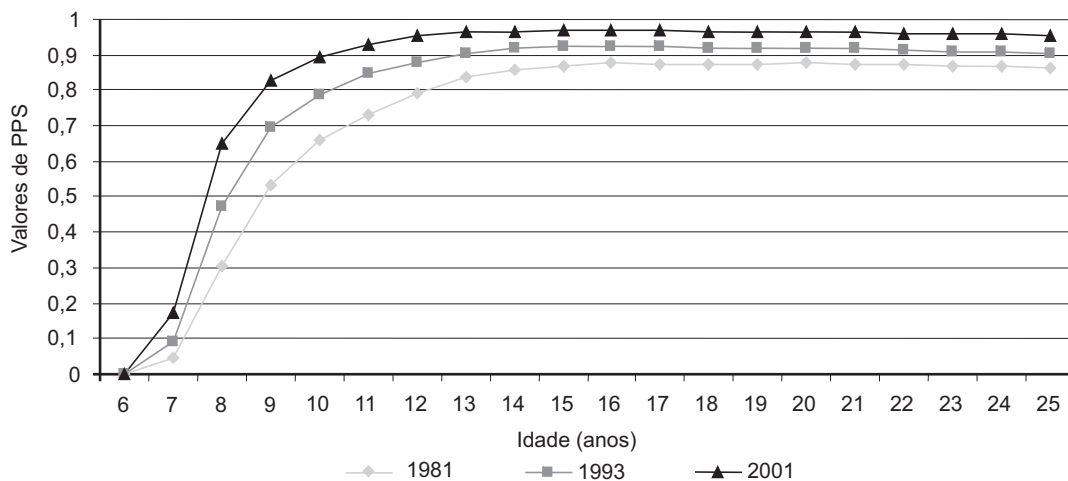


Gráfico 13 – Valores de e_0 estimados em diferentes anos – Brasil

Fonte: FIBGE, 1981, 1993, 2001.

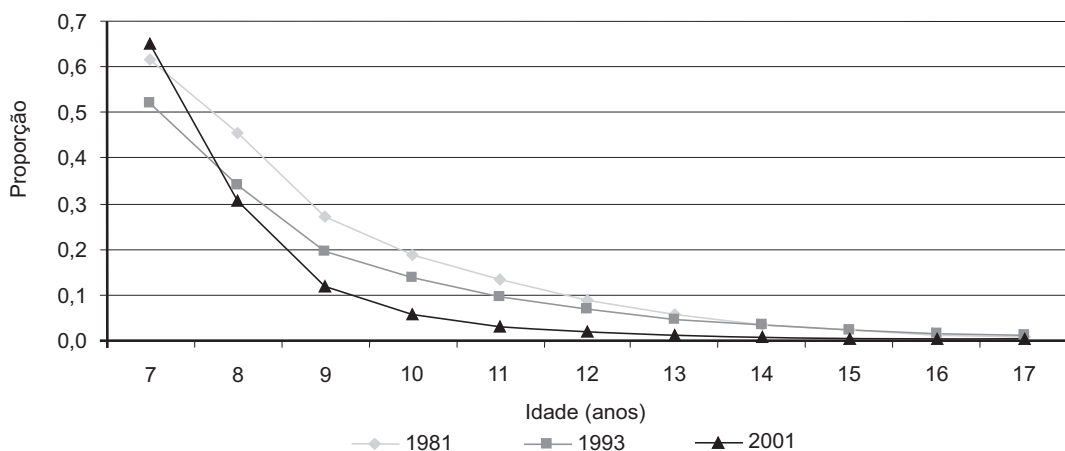


Gráfico 14 – Proporção estimada de alunos matriculados na 1ª série do ensino fundamental em diferentes anos – Brasil

Fonte: FIBGE, 1981, 1993, 2001.

1981 para o Brasil para a proporção de aprovados. O primeiro mostra as curvas obtidas pelo ajuste do modelo. Note a semelhança entre as curvas empíricas (Gráfico 1) e as ajustadas (Gráfico 15). O Gráfico 15 compara os resultados empíricos e ajustados para algumas séries selecionadas. Os resultados para ingressados foram semelhantes

aos obtidos para aprovados (resultados não mostrados).

Assim como foi mostrado para o modelo Profluxo, podem ser obtidas as curvas ajustadas para a taxa de cobertura nesse modelo. Essas curvas foram comparadas com os valores reais

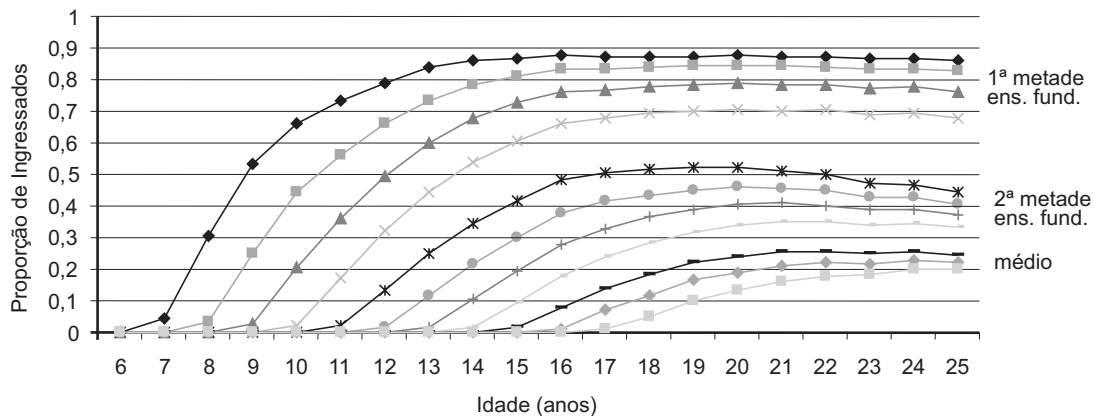


Gráfico 15 – Curvas ajustadas pelo modelo IPC – Proporção de aprovados Brasil – 1981

Fonte: FIBGE, 1981.

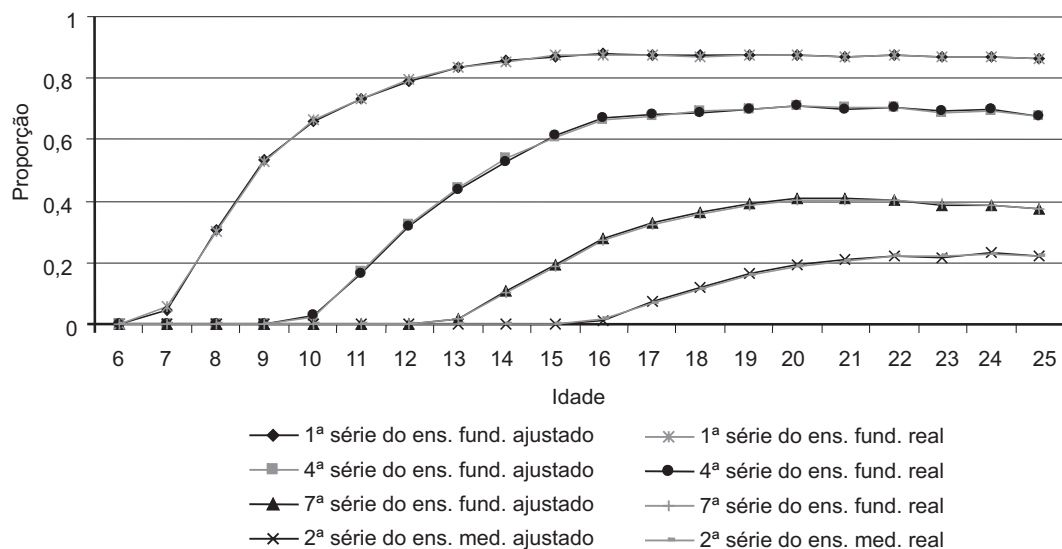


Gráfico 16 – Comparação entre curvas reais e ajustadas pelo método IPC para a 1ª, 4ª e 7ª séries do ensino fundamental e 2ª série do ensino médio Proporção de aprovados – Brasil – 1981

Fonte: FIBGE, 1981.

no Gráfico 17, que mostra que o ajuste dessas curvas para o ano de 1981 e 1993 foi muito bom, mas que para o ano 2001 as variações foram um pouco maiores.

O modelo IPC permite também fazer projeções com relação ao número de aprovados e matriculados tendo como base os coeficientes das regressões dos modelos lineares generalizados. A variação temporal observada dos coeficientes é extrapolada para um futuro próximo a partir de diferentes cenários

hipotéticos de mudança. De posse dos valores dos coeficientes em futuro próximo, estima-se o número de aprovados e de matriculados para diferentes anos. Dessa maneira, foram obtidas as curvas de ingressados e a partir dessas foram obtidas as taxas de cobertura para o período entre 2001 e 2005. As estimativas para estas últimas são mostradas no Gráfico 18. A projeção prevê a quase universalização das quatro primeiras séries do ensino fundamental, um aumento significativo na taxa de cobertura para o restante do ensino fundamental e o

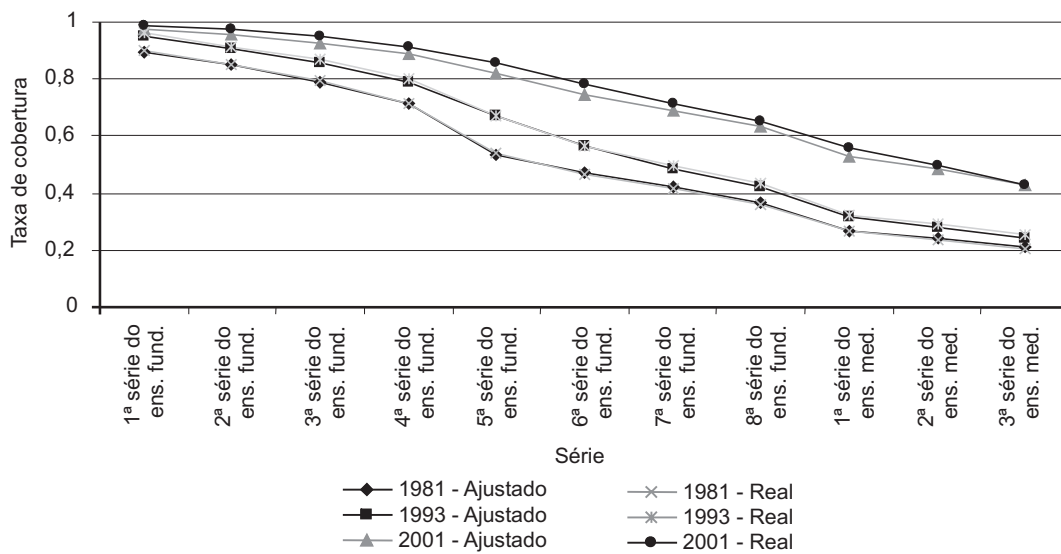


Gráfico 17 – Comparação entre valores reais e ajustados pelo método IPC para a taxa de cobertura

Fonte: FIBGE, 1981, 1993, 2001.

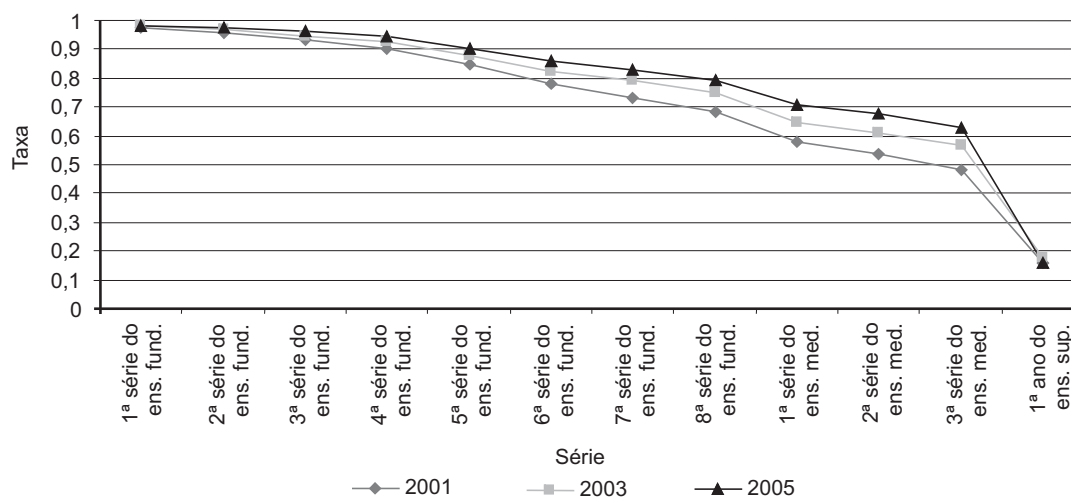


Gráfico 18 – Projeção dos valores de taxa de cobertura com a utilização do modelo IPC

Fonte: FIBGE, 1981, 1993, 2001.

ensino médio e um aumento na evasão entre o ensino médio e o nível superior para pessoas até 25 anos que foi a idade limite utilizada nesse estudo.

COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS PROFLUXO E IPC

Como último tópico, comparam-se os modelos Profluxo e IPC quanto à qualidade de ajuste. São inúmeras as possibilidades de comparação e optou-se por comparar os modelos a partir das taxas de cobertura. Os Gráficos 9 e 17 compararam os valores reais e ajustados

para cada um dos modelos em separado. Os Gráficos 19, 20 e 21, respectivamente para os anos de 1981, 1993 e 2001, apresentam a diferença entre os valores ajustados e reais para os dois modelos em conjunto. Os gráficos anteriores tinham como objetivo mostrar que as curvas ajustadas eram muito similares às reais em ambos os modelos. Nos próximos gráficos as diferenças entre as curvas reais e ajustadas são calculadas explicitamente. Os dois primeiros gráficos mostram que o ajuste dos dois modelos para os dados de 1981 e de 1993 foi muito bom com diferenças menores que 0,015 para ambos.

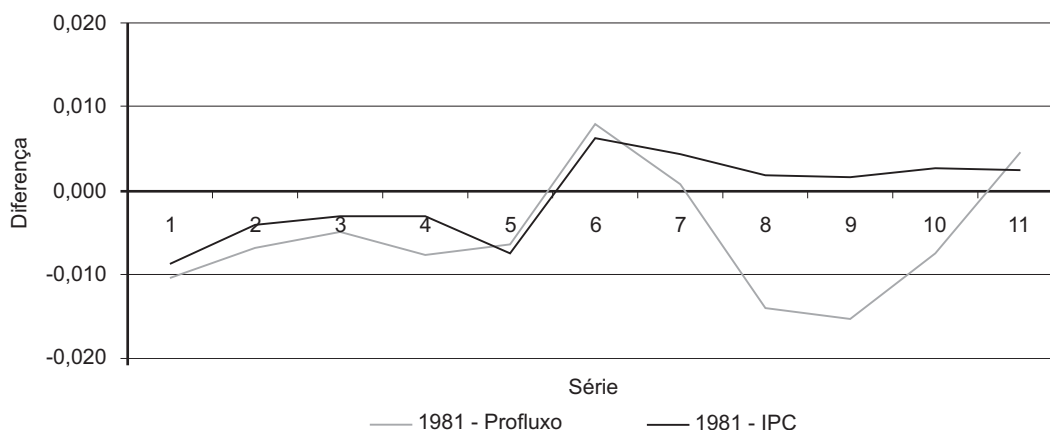


Gráfico 19 – Comparação entre valores ajustados e reais para os métodos Profluxo e IPC para taxa de cobertura – Brasil – 1981

Fonte: Pnad, 1981.

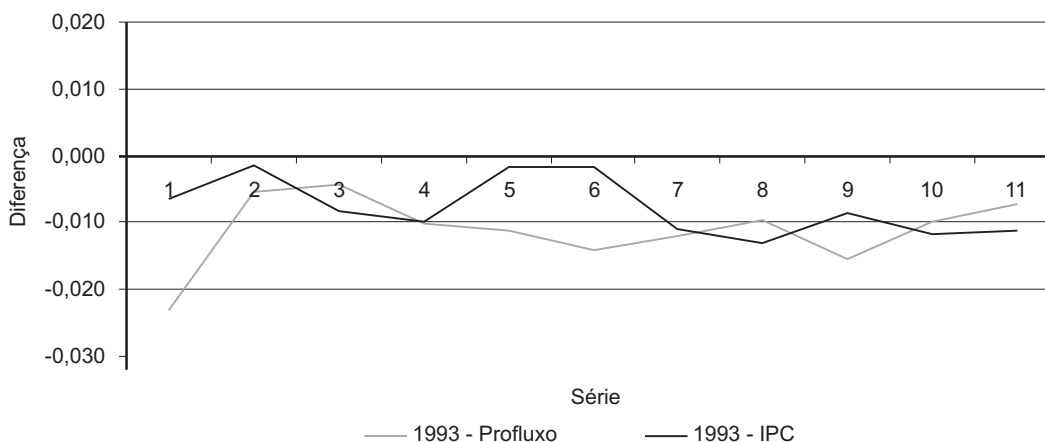


Gráfico 20 – Comparação entre valores ajustados e reais para os métodos Profluxo e IPC para taxa de cobertura – Brasil – 1993

Fonte: Pnad, 1993.

Porém, para os dados de 2001, o ajuste com o método IPC foi um pouco pior do que o observado para o modelo Profluxo, como demonstra o Gráfico 21. Note que a escala de erro vai até 0,050. Apesar disso, nota-se um bom ajuste de ambos os modelos.

COMENTÁRIOS FINAIS

Como discutido, o modelo Profluxo permite obter uma ampla gama de informações sobre o

sistema educacional brasileiro. O ajuste de funções matemáticas em curvas empíricas enriquece ainda mais o modelo.

O modelo IPC surge como alternativa para a análise de dados educacionais e demonstrou ajustar, também de forma muito precisa, os dados empíricos. Esse modelo, que foi aplicado em outras áreas do conhecimento, como em estudos sobre o mercado de trabalho (Oliveira, 2002), permite, entre outras possibilidades, a projeção dos dados em diversos cenários hipotéticos de evolução das taxas.

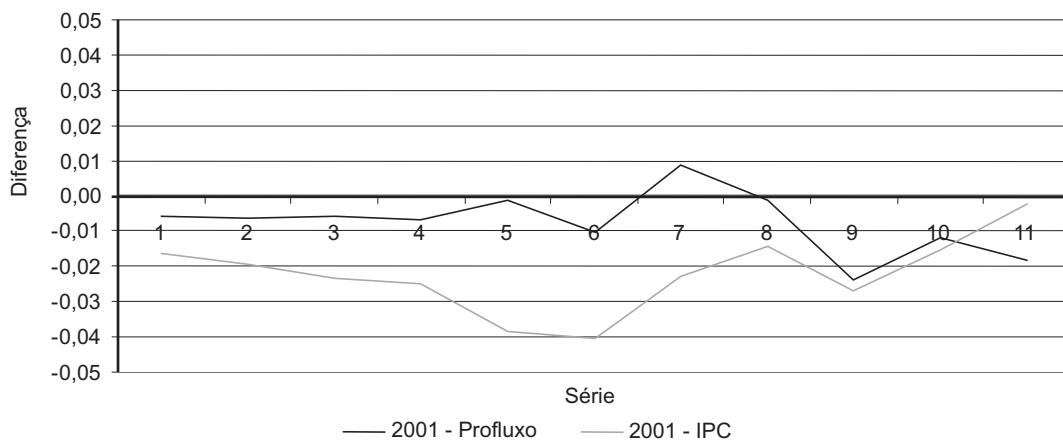


Gráfico 21 – Comparação entre valores ajustados e reais para os métodos Profluxo e IPC para taxa de cobertura – Brasil – 1981

Fonte: Pnad, 2001.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELTRÃO, K.; GHAOURI, S. *Ensino fundamental: diferenças regionais*. Trabalho apresentado no XIII Encontro Nacional de Estudos Populacionais. Ouro Preto, MG, 2002.

FLETCHER, P. *As dimensões transversal e longitudinal do modelo Profluxo*. Rio de Janeiro: Ministério da Educação e Cultura, 1997.

FLETCHER, P.; RIBEIRO, S. Modeling education system performance with demographic data: an introduction to the Profluxo model. In: BARRETO, E.; ZIBAS, D. (Org.). *Brazilian issues on education, gender and race*. São Paulo: Fundação Carlos Chagas, 1996.

GOLGHER, A. Modelo Profluxo e indicadores derivados. In: RIOS-NETO, Eduardo; RIANI,

Juliana (Org.). *Introdução à Demografia da Educação*. Campinas: Associação Brasileira de Estudos Populacionais, 2004. p. 159-207.

OLIVEIRA, A. *Acumulando informações e estudando mudanças ao longo do tempo – análises longitudinais do mercado de trabalho brasileiro*. 2002. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Ciências Econômicas, Belo Horizonte, 2002.

RIOS-NETO, E. O método probabilidade de progressão por série. In: RIOS-NETO, Eduardo; RIANI, Juliana (Org.). *Introdução à Demografia da Educação*. Campinas: Associação Brasileira de Estudos Populacionais, 2004. p. 145-158.

SOARES, S.; LIMA, A. F. *A mensuração da educação nas PNADs da década de 90*. Rio de Janeiro: Ipea, 2002. (Textos para Discussão, n. 928)