

TEXTO PARA DISCUSSÃO/Nº 242

Modelos de Fluxo Escolar: Indicadores de Eficiência e Produtividade do Processo de Ensino

João Lopes de Albuquerque
Montenegro

NOVEMBRO DE 1991

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA
é uma Fundação vinculada ao Ministério da Economia,
Fazenda e Planejamento

PRESIDENTE

Roberto Macedo

DIRETOR TÉCNICO

Líscio Fábio de Brasil Camargo

DIRETOR TÉCNICO ADJUNTO

Marcos Reginaldo Panariello

DIRETOR DE ADMINISTRAÇÃO E FINANÇAS

Renato Moreira

COORDENADOR DE DIFUSÃO TÉCNICA E INFORMAÇÕES

Antonio Emílio Sendim Marques

COORDENADOR DE POLÍTICA AGRÍCOLA

Adelina Teixeira Baena Paiva

COORDENADOR DE POLÍTICA INDUSTRIAL E TECNOLÓGICA

Luis Fernando Tironi

COORDENADOR DE POLÍTICA MACROECONÔMICA

Eduardo Felipe Ohana

COORDENADOR DE POLÍTICA SOCIAL

Luiz Carlos Eichenberg Silva

COORDENADOR REGIONAL DO RIO DE JANEIRO

Ricardo Varsano

TEXTO PARA DISCUSSÃO tem o objetivo de divulgar
resultados de estudos desenvolvidos no IPEA, informando
profissionais especializados e recolhendo sugestões.

Tiragem: 200 exemplares

DIVISÃO DE EDITORAÇÃO E DIVULGAÇÃO

Brasília:

SGAN Q. 908 - MÓDULO E - Cx. Postal 040013

CEP 70.312

Rio de Janeiro:

Av. Presidente Antonio Carlos, 51 - 17ª andar

CEP 20.020

SUMÁRIO

1. Introdução
2. O Modelo de Fluxo Escolar da Unesco
3. O Modelo de Fluxo da Unesco Revisado
4. O Modelo Matemático do Fluxo de Alunos
5. Elaboração de Indicadores Educacionais
6. Comentários e Conclusões

BIBLIOGRAFIA

**MODELOS DE FLUXO ESCOLAR: INDICADORES
DE EFICIÊNCIA E PRODUTIVIDADE DO
PROCESSO DE ENSINO**

João Lopes de Albuquerque Montenegro, Ph.D.¹

¹*Professor Titular do Departamento de Estatística da UnB.*

SINOPSE

Este trabalho apresenta o Modelo de Fluxo Escolar da Unesco na forma usual de tabela e sua versão matemática. A seguir, é feita uma revisão equivalente ao modelo usual, utilizando teoria de sistemas dinâmicos para a formulação do problema e de técnicas estatísticas para estimação de sistemas de equações. É apresentado um conjunto de Indicadores de Eficiência e Produtividade do Processo de Ensino.

1. Introdução

A proposta deste trabalho é desenvolver uma metodologia consistente para estimar as principais variáveis e taxas do movimento escolar do Ensino Fundamental e apresentar um conjunto de Indicadores de Eficiência e Produtividade do Processo de Ensino.

Após uma breve análise das metodologias que vêm sendo propostas para a análise dos sistemas educacionais verifica-se que, de um modo geral, são utilizados Modelos de Fluxo Escolar da mesma categoria daqueles propostos pela Unesco [Unesco (1972) e (1980); Tore Thonstad In:Unesco(1980)], onde os fluxos são gerados a partir de taxas calculadas isoladamente, entre si, e para cada ano, não existindo um sistema de equações estruturais que descreva o Sistema Educacional sendo analisado, e um procedimento estatístico adequado para levar em consideração os erros inerentes a qualquer processo de coleta de dados.

Seguindo a mesma linha de abordagem da Unesco, porém utilizando-se os conhecimentos desenvolvidos nas áreas de Sistemas Dinâmicos [Luenberger (1979)], chega-se a um conjunto de equações que descrevem o fluxo escolar no Sistema Educacional.

As equações desenvolvidas contêm apenas variáveis, como o número de alunos matriculados por série (matrícula inicial total) e as respectivas taxas de promoção, repetência e evasão.

Uma vez dispondo de dados históricos de alunos matriculados por série e de um conjunto de equações que descreva a evolução do alunado ao longo das oito séries do ensino fundamental _ doravante chamadas de "Equações Dinâmicas do Sistema" _ utilizam-se procedimentos estatísticos que permitam estimar, simultaneamente, as taxas de promoção, repetência e evasão de todas as séries.

Conforme registro num trabalho de campo feito pela Universidade de Harvard para Honduras, por Cuadra[Ernesto Cuadra (1989)], existe uma tendência dos estabelecimentos de ensino de superestimar os dados da evasão e de subestimar os dados de repetência.

A metodologia proposta consegue estimar as taxas de evasão e repetência do sistema educacional de uma maneira independente da informação de evasão e repetência proveniente de estabelecimento de ensino.

Tendo em vista que as taxas de promoção, repetência e evasão constituem-se dados básicos para calcular os indicadores de eficiência e produtividade, conclui-se que é da maior relevância essa capacidade do modelo, ora desenvolvido, de estimar esses dados de forma independente das informações de evasão e repetência prestadas pelos estabelecimentos de ensino.

A análise dos indicadores de eficiência e produtividade ao nível das grandes regiões do IBGE corrobora a intuição dos especialistas da área de educação, sendo, portanto, aconselhado o seu cálculo aos níveis o mais desagregados possível, inclusive o dos estabelecimentos de ensino.

2. O Modelo de Fluxo Escolar da Unesco

O modelo de fluxo escolar da Unesco bem como dos demais modelos de fluxo de alunos encontrados na literatura não possui uma descrição matemática, ou um modelo matemático formal, que descreva a evolução do alunado ao longo das várias séries.

Tipicamente o modelo, equivocadamente chamado de "modelo matemático", é apresentado sob a forma de uma tabela de dupla entrada, onde nas linhas, lê-se o destino dos alunos de cada série e nas colunas, a origem dos alunos que constituem as diversas séries.

TABELA DO FLUXO ENTRE OS ANOS k e $k+1$

Séries (ano k)	Séries (ano $k+1$)				Deixam Escola		Soma
	1	2	3	4	Grad.	Evad.	
1	$R_1(k+1)$	$P_2(k+1)$				$E_1(k)$	$M_1(k)$
2		$R_2(k+1)$	$P_3(k+1)$			$E_2(k)$	$M_2(k)$
3			$R_3(k+1)$	$P_4(k+1)$		$E_3(k)$	$M_3(k)$
4				$R_4(k+1)$	$G_4(k)$	$E_4(k)$	$M_4(k)$
Ingress.	$U_1(k+1)$						
Soma	$M_1(k+1)$	$M_2(k+1)$	$M_3(k+1)$	$M_4(k+1)$	$G_4(k)$	$E(k)$	

Onde:

- $R_i(k)$ são os alunos Repetentes, i.e., alunos que no ano $(k-1)$ estavam matriculados na série i e que no ano, k , se matriculam novamente na série i .
- $P_i(k)$ são os alunos Promovidos, i.e., alunos aprovados no ano anterior, $(k-1)$, que se matriculam neste ano, k , na série i ;
- $E_i(k)$ são os alunos que se matriculam na série i no início do ano k e não se matricularam no seguinte;
- $M_i(k)$ são os alunos que se matricularam na série i no início do ano k ;
- $G_i(k)$ são os alunos que graduaram;
- $U_1(k)$ são os alunos novos (não-repetentes) que se matricularam na primeira série no ano k .

3. O Modelo de Fluxo da Unesco Revisado

Para facilitar a revisão do modelo de fluxo escolar da Unesco, vamos apresentar primeiro as equações das colunas e das linhas da tabela acima, que chamamos de equações básicas.

3.1 As Equações Básicas

O Modelo de Fluxo da Unesco possui duas equações básicas, que denominamos de "equação de origem" e "equação de destino".

Essas duas equações compõem a tabela de dupla entrada, apresentada na seção acima, onde nas linhas lê-se as "equações de destino" e nas colunas, as "equações de origem".

A "equação de origem" divide a matrícula inicial total em uma determinada série em dois grupos: promovidos e repetentes.

- Promovidos são os alunos aprovados no ano anterior. $(k-1)$, que se matriculam neste ano, k , na série i , que representamos por $P_i(k)$;

-
- Repetentes são os alunos que no ano (k-1) estavam matriculados na série i e que neste ano, k, se matriculam novamente na série i, que representamos por $R_i(k)$.

Em termos matemáticos esta equação pode ser escrita da seguinte maneira:

$$M_i(k) = P_i(k) + R_i(k).$$

No caso da primeira série o termo $P_1(k)$ é substituído por $U_1(k)$ que são os alunos novos (não-repetentes) que nela se matriculam.

A *equação de destino* mostra onde se encontram, no seguinte, os alunos que este ano compõem a matrícula inicial total, classificando-os em repetentes, promovidos e evadidos.

- Repetentes compõem aquela parcela da matrícula inicial total na série i e ano k1 $M_i(k)$, que se matricula na série i no ano (k+1), que representamos por $R_i(k+1)$;
- Promovidos compõem aquela parcela da matrícula inicial total na série i e ano k, $M_i(k)_i$, que se matricula na série (i+1), que representamos por $P_{i+1}(k+1)$;
- Evadidos compõem parcela da matrícula inicial total na série i e ano k, $M_i(k)$, que não se matricula no ano (k=1), que representamos por $E_i(k)$.

Em termos matemáticos a "equação de destino" pode ser escrita da seguinte forma:

$$M_i(k) = R_i(k+1) + P_{i+1}(k+1) + E_i(k)$$

Observe-se que, no caso da última série, substitui-se o termo $P_i(k)$ por $G_i(k)$, que são os alunos que se graduam.

4. O Modelo Matemático do Fluxo de Alunos

Inicialmente, vamos apresentar um conjunto de equações, baseadas na Teoria de Sistemas Dinâmicos,¹ para descrever a evolução do alunado no Ensino Fundamental, ou Ensino de 1^o. Grau. Em seguida, apresenta-se uma solução analítica para esse sistema de equações e examinam-se algumas de suas possibilidades para simular, avaliar e projetar o sistema.

Uma vez introduzido o sistema de equações, apresenta-se um tratamento estatístico adequado para estimação dos seus parâmetros que, no caso, são as taxas de promoção e repetência.

4.1 O Modelo Estrutural do Ensino Fundamental

De conformidade com o exposto acima, foi desenvolvido um conjunto de equações dinâmicas do sistema de Ensino Fundamental para descrever o fluxo escolar ao longo das suas oito séries.

As seguintes variáveis foram utilizadas:

1 *A Teoria de Sistemas Dinâmicos preocupa-se em descrever o comportamento de Sistemas que evoluem no tempo, ou seja, no caso presente, como os alunos que hoje estão matriculados na primeira série do Ensino Fundamental vão evoluir ao longo das suas oito séries. Para maiores detalhes, vide Luenberger, opus cited.*

$M_i(k)$ = Matrícula Inicial Total na i-ésima série no ano k

$U_i(k)$ = alunos que entram no sistema na i-ésima série no ano k

p_i = taxa de promoção na i-ésima série

r_i = taxa de repetência na i-ésima série

e_i = taxa de evasão na i-ésima série

e_i = erro aleatório associado à i-ésima equação

Equações Dinâmicas de Fluxo

$$M_1(k+1) = r_1 \times M_1(k) + U_1(k+1) + e_1$$

$$M_2(k+1) = p_1 \times M_1(k) + r_2 \times M_2(k) + U_2(k+1) + E_2$$

$$M_3(k+1) = p_2 \times M_2(k) + r_3 \times M_3(k) + U_3(k+1) + E_3$$

$$M_4(k+1) = p_3 \times M_3(k) + r_4 \times M_4(k) + U_4(k+1) + E_4$$

$$M_5(k+1) = p_4 \times M_4(k) + r_5 \times M_5(k) + U_5(k+1) + E_5$$

$$M_6(k+1) = p_5 \times M_5(k) + r_6 \times M_6(k) + U_6(k+1) + E_6$$

$$M_7(k+1) = p_6 \times M_6(k) + r_7 \times M_7(k) + U_7(k+1) + E_7$$

$$M_8(k+1) = p_7 \times M_7(k) + r_8 \times M_8(k) + U_8(k+1) + E_8$$

Equações de Restrição dos Parâmetros

$$p_i + r_i + e_i = 1, \quad i = 1, 2, \dots, 8$$

A variável $U_i(k)$ enseja grande flexibilidade ao modelo, à medida que permite que se considere a influência dos movimentos migratórios sobre as matrículas de alunos.

O Modelo da Unesco trabalha com uma versão simplificada onde apenas os dados do elemento $U_1(k)$, que representa os ingressos na primeira série, são utilizados.

Para o ano de 1988, a equação de fluxo da terceira série do Ensino Fundamental seria escrita da seguinte forma:

$$M_3(88) = p_2 \times M_2(87) + r_3 \times M_3(87) + U_3(88) + E_3$$

Ou seja, os alunos que cursam a terceira série em 1988 são alunos aprovados na segunda série em 1987, que se matriculam na terceira série em 1988 (promovidos), e os alunos reprovados da terceira série em 1987, que se matriculam na terceira série em 1988 (repetentes).

O termo $U_3(88)$ representa os alunos recebidos por transferência, menos os afastados por transferência somados aos reintegrados da terceira série. Reintegrados são os alunos que no ano anterior não estavam matriculados no Ensino Fundamental.

Observe-se que, no conceito desta equação, são evadidos os alunos da segunda série que foram aprovados em 1987 e não se matricularam na terceira série em 1988, bem como os alunos da terceira série de 1987 que foram reprovados e não se matricularam na terceira série em 1988.

O modelo proposto, em notação matricial, apresenta a seguinte forma:

$$M(k+1) = AM(k) + U(k+1) + E,$$

onde:

- $M(k)$ é um vetor de dimensão oito, cujos elementos $M_i(k)$ representam a matrícula na i -ésima série no ano k ;
- A é uma matriz de dimensão 8×8 , sendo seus elementos as taxas de promoção e repetência do Ensino Fundamental;
- $U(k)$ é um vetor de dimensão oito, e seus elementos representam os ingressos no sistema escolar no ano k . O elemento $U_1(k)$ representa os ingressos na primeira série no ano k , e os demais elementos representam os reintegrados, mais o saldo das transferências.
- " E " diz respeito a um vetor de dimensão oito, cujos elementos são os erros associados a cada equação. Esses vetores, gerados a cada observação (ano), são independentes e identicamente distribuídos com um vetor de média zero e uma matriz de covariância constante.

Nesse modelo matemático do fluxo de alunos, apenas a variável $U(k)$ é exógena. A variável $M(k)$ é endógena e aparece como variável independente no ano k e dependente defasada no ano $K+1$.

4.2 A Estimação do Modelo

No modelo do fluxo de alunos ora proposto, trabalhamos com um sistema de equações, também denominadas *Equações Estruturais*, que descrevem a estrutura das oito séries do Ensino Fundamental, utilizando uma equação para cada série.

A estimação simultânea dessas equações, através de um método de mínimos quadrados generalizados, garante que se obtenha estimativas das taxas de transição mais representativas do comportamento do Sistema Educacional como um todo.

4.2.1 Aplicação do Processo de Estimação

Esse processo de estimação foi aplicado ao Brasil, para as grandes regiões geográficas do IBGE e para os estados, tendo apresentado resultados satisfatórios.

Com o objetivo de testar as equações do modelo matemático acima apresentado, foram utilizados dados de matrícula do Estado de São Paulo no período de 1975 a 1984.

Utilizando-se o *Procedimento Model* do pacote estatístico do SAS, versão 6.04, com a opção *Itols (Iterative Ordinary Least Squares)*, obtiveram-se estimativas para as taxas de promoção, repetência e evasão.

Estas taxas representam a maneira como os alunos matriculados, nas várias séries, dividiram-se entre promovidos, repetentes e evadidos.

As grandezas destas taxas de repetência e evasão estão coerentes com aquelas obtidas por Schiefelbein [The World Bank (1988)].

Tabela 8 - Taxas Estimadas
São Paulo — 1975/84

Taxas					
Promoção		Repetência		Evasão	
p_1	0,615	r_1	0,316	e_1	0,069
p_2	0,749	r_2	0,212	e_2	0,038
p_3	0,789	r_3	0,147	e_3	0,064
p_4	0,914	r_4	0,099	e_4	-0,013
p_5	0,659	r_5	0,228	e_5	0,113
p_6	0,689	r_6	0,205	e_6	0,105
p_7	0,717	r_7	0,175	e_7	0,108
p_8	0,770	r_8	0,114	e_8	0,116

A evasão negativa decorre de fluxos migratórios interestaduais que fazem com que a matrícula inicial total de alunos, num determinado ano e série, seja maior que a matrícula inicial total na série e ano anteriores.

4.3 A Forma Reduzida do Modelo

Assumindo-se que o sistema educacional tenha atingido o estado estacionário, temos que $M(k) = M(k+1) = \bar{M}$, ou seja, que o número de matrículas se mantém constante no tempo.

Nesse Caso, a Equação 1, em sua forma determinística, pode ser escrita da seguinte forma:

$$\bar{M} = A\bar{M} + U$$

e admite a solução:

$$\bar{M} = (I-A)^{-1}U$$

Na forma extensiva estas equações podem ser escritas:

$$\begin{aligned} \bar{M}_1 &= \frac{1}{1 - r_1} \times U_1 \\ \bar{M}_2 &= \frac{1}{1 - r_2} \times p_1 \times \bar{M}_1 \\ \bar{M}_3 &= \frac{1}{1 - r_3} \times p_2 \times \bar{M}_2 \\ \bar{M}_4 &= \frac{1}{1 - r_4} \times p_3 \times \bar{M}_3 \\ \bar{M}_5 &= \frac{1}{1 - r_5} \times p_4 \times \bar{M}_4 \\ \bar{M}_6 &= \frac{1}{1 - r_6} \times p_5 \times \bar{M}_5 \\ \bar{M}_7 &= \frac{1}{1 - r_7} \times p_6 \times \bar{M}_6 \\ \bar{M}_8 &= \frac{1}{1 - r_8} \times p_7 \times \bar{M}_7 \end{aligned}$$

Observe que o lado direito dessas expressões possui duas partes. A primeira parte, que é representada pelo termo U_1 na primeira equação e por termos da forma $\pi_i \times M_i$ nas demais, representa as matrículas devidas aos alunos novos. A segunda delas, representada pelos termos da forma $1/(1-r_1)$, representa o acréscimo de matrículas devido à repetência.

4.3.1 Aplicações da Forma Reduzida

Dentre as principais vantagens do modelo ora proposto e sua forma reduzida, podemos citar as seguintes:

1. A partir da solução analítica obtida para M_1 , podemos calcular a necessidade de matrícula inicial total na 1ª série.

Por exemplo, suponha que temos um ingresso de 1.000 alunos novos na 1ª série e uma taxa de repetência de 0,315. Utilizando a equação de M_1 , obtém-se:

$$\begin{aligned} \bar{M}_1 &= \frac{1}{1 - r_1} \times U_1 \\ &= \frac{1}{1 - 0,315} \times 1.000 \\ &= 1.460 \text{ matrículas na 1a. série} \end{aligned}$$

Ou seja, existe a necessidade de 460 matrículas iniciais na 1ª série, devido ao problema de repetência. Estas matrículas fazem parte do desperdício do sistema educacional.

2. Suponha agora que políticas alternativas consigam reduzir a taxa de repetência. A Tabela 1 abaixo mostra o impacto dessa redução da necessidade de oferta de matrícula inicial na 1ª. série.

Tabela 1

Taxa Repet.	Reduç. %	Matr. Inic.	Reduç. %
0,315	0	1.460	0
0,250	26	1.333	10
0,200	58	1.250	17
0,000	100	1.000	46

- Como se pode observar, uma redução de 26% na taxa de repetência provoca uma redução de apenas 10% da matrícula inicial total e, ainda, uma redução de 58% da taxa de repetência provoca uma redução de apenas 17% da necessidade de oferta de matrícula inicial total na 1ª série.
- Observe-se, ainda, que, no caso da taxa de repetência cair para zero, a necessidade de matrícula inicial total, na 1ª série, é igual ao ingresso de alunos novos.

A conclusão dessa tabela é que o sistema educacional é relativamente estável com relação a variações da taxa de repetência. Portanto, projeções feitas com taxas médias de

repetência, como aquelas obtidas por este modelo, tenderão a produzir estimativas de requisitos de matrícula inicial total bastante confiáveis.

3. O Estado de São Paulo, no ano de 1983, apresentou um ingresso, na 1ª série, de 694.162 alunos novos.

Utilizando-se as fórmulas acima para M₁.M₂.M₈ e comparando-se esses resultados com aqueles que efetivamente ocorreram em São Paulo, no período de 1984 a 1988 (último ano para o qual os dados estão disponíveis), obtivemos a Tabela 2 abaixo.

Tabela 2

Ano	Série	Modelo	Observado
1983	1ª	1.014.293	1.016.955
1984	2ª	791.526	782.731
1985	3ª	695.597	692.595
1986	4ª	608.487	608.259
1987	5ª	720.875	730.699
1988	6ª	597.609	547.599

Para o cálculo das previsões de matrículas foram utilizadas taxas estimadas, usando dados de 1975/84 do Estado de São Paulo.

É interessante verificar como os dados estimados pelo modelo seguem bastante aproximadamente os dados observados, que vão de 1984 a 1988.

5. Elaboração de Indicadores Educacionais

Foi desenvolvido um conjunto de indicadores a partir de diagramas de fluxo escolar reconstruído.

A proposta da Unesco(Unesco(1972 e 1980) é que se utilizem as taxas de transição para a reconstrução do fluxo escolar.

Como se trata de reconstruir a trajetória de uma coorte no Ensino Fundamental, são necessários dados de nove anos consecutivos sobre matrícula inicial total, matrícula inicial de repetentes e formandos.

Assim, a partir dos dados dos dois primeiros anos consecutivos, o modelo da Unesco calcula as taxas de promoção, repetência e evasão da primeira série. A seguir, utilizando os dados do segundo e terceiro ano calcula as taxas relativas à segunda série e o processo segue até que se obtenham as taxas para todas as séries do Ensino Fundamental.

O processo de estimação do modelo proposto, no entanto, calcula taxas de promoção, repetência e evasão, que são mais representativas dos valores verdadeiros destas taxas do que se calculássemos as médias aritméticas destas taxas ao longo dos nove ou mais anos sob consideração. Como consequência deste método de estimação, o modelo é bastante representativo do comportamento do sistema educacional, sendo analisado, conforme visto, para o Estado de São Paulo na Tabela 2 acima.

A partir do modelo de fluxo foram definidos os seguintes indicadores:

1. número médio de anos que os alunos permanecem no sistema (evadidos e formados);

-
2. número médio de séries concluídas pelos alunos (evadidos e formandos);
 3. número médio de matrículas-ano dispendidas por formando;
 4. relação entrada/saída do número de matrículas-ano;
 5. percentagem de matrículas-ano dispendidas em excesso (evasões e repetências);
 6. percentagem de matrículas-ano efetivas (dispendidas com alunos que se formam);
 7. percentagem de alunos que se formam.

5.1 Cálculo dos Indicadores Educacionais

Foi elaborado um programa utilizando a planilha eletrônica Lotus 123, versão 2.2, que gera todos os dados necessários para a montagem do Diagrama de Fluxo Escolar Reconstruído para uma coorte fictícia de 1.000 alunos, bem como todos os sete indicadores definidos na seção acima. Os dados de entrada desse programa são as taxas médias de promoção, repetência e evasão, conforme calculadas pelo modelo matemático ora proposto.

O processo de cálculo se inicia pela aplicação das taxas médias de transição (promoção, repetência e evasão) da primeira série sobre os 1.000 alunos iniciais. Como decorrência dessa aplicação, teremos alunos repetentes, promovidos e evadidos.

No ano seguinte, temos uma primeira série - constituída dos alunos repetentes da primeira série no ano anterior - sobre a qual aplicamos novamente as taxas da transição da primeira série, obtendo novamente alunos repetentes, promovidos e evadidos.

Como os alunos repetentes continuam na primeira série, aplicamos sobre eles as taxas de transição da primeira série, gerando novamente alunos repetentes, promovidos e evadidos. Esse processo continua até que esse número de alunos repetentes seja menor que um.

Sobre o total de alunos promovidos na primeira série, que agora se constituem alunos matriculados na segunda série, no ano dois do fluxo de alunos, aplicamos as taxas de transição da segunda série, obtendo novamente alunos repetentes, promovidos e evadidos.

No ano três do fluxo de alunos, vamos ter uma segunda série constituída dos alunos que eram repetentes da primeira série no ano dois do fluxo de alunos e que foram promovidos para a segunda série e, ainda, dos alunos que, no ano dois do fluxo de alunos, estavam matriculados na segunda série e se matriculam novamente na segunda série como repetentes. Sobre estes alunos são aplicadas novamente as taxas de transição da segunda série, obtendo novamente alunos repetentes, promovidos e evadidos.

Ainda no ano três do fluxo de alunos, vamos ter alunos matriculados na terceira série, que são aqueles alunos que ainda não foram reprovados, e sobre os quais aplicamos as taxas de transição da terceira série, gerando novamente alunos repetentes, promovidos e evadidos.

Analogamente, este processo é aplicado para os demais anos do fluxo de alunos, gerando-se alunos repetentes, promovidos e evadidos, até que todos alunos estejam na condição de evadidos ou formandos.

O número de matrículas-ano é obtido pela soma das matrículas oferecidas no ano 1 - no caso 1.000 - mais as matrículas oferecidas no ano 2 - as matrículas dos repetentes da 1a.

série, mais as matrículas dos promovidos da 2a. - e, assim, sucessivamente, por um número suficiente de anos, até que não se tenham mais alunos no sistema.

Cálculo dos Indicadores:

1. número médio de anos em que os alunos permanecem no sistema (evadidos e formados).

É calculado dividindo-se o número de matrículas-ano pelos 1.000 alunos iniciais;

2. número médio de séries concluídas pelos alunos (evadidos e formados).

É calculado multiplicando-se o número de alunos que concluíram a primeira série por um, mais o número de alunos que concluíram a segunda série, multiplicado por dois e assim, sucessivamente, até o número de alunos que se formaram, multiplicado por oito. Esse total é então dividido pela soma dos números de 1 a 8, para se obter este indicador;

3. número médio de matrículas-ano dispendidas por formando.

É obtido dividindo-se o número de matrículas-ano pelo número de alunos que se formaram;

4. relação entrada/saída do número de matrículas-ano.

É obtido dividindo-se o número de matrículas-ano pelo número de matrículas-ano utilizadas pelos alunos que se formaram;

5. percentagem de matrículas-ano dispendidas em excesso (evasões e repetências).

É obtido calculando-se a percentagem que as matrículas gastas com alunos evadidos e repetentes representa sobre as matrículas-ano;

6. percentagem de matrículas-ano efetivas (dispendidas com alunos que se formam).

É o complemento do indicador anterior e é obtido calculando-se a percentagem que as matrículas-ano gastas com os alunos que se formam representa sobre as matrículas-ano;

7. percentagem de alunos que se formam.

É obtido calculando-se a percentagem que os alunos que se formaram representa dos 1.000 alunos iniciais.

A tabela 3, Indicadores de Eficiência e Produtividade, mostra os valores obtidos para os indicadores definidos acima, utilizando-se uma série de dados de 1978 a 1988.

Tabela 3 — Indicadores de Eficiência e Produtividade

Região/ Estado	Anos Sistema (1)	Série Concluída (2)	Matrículas-Ano				Formando %
			Formando (3)	Entr/Sai (4)	Excesso (5)	Efetivas (6)	
NO	4,79	4,12	25,31	2,54	68,39	31,61	17,29
- RO	5,43	4,53	30,84	3,22	74,06	25,94	18,09
- AC	4,70	3,95	29,55	2,88	72,92	27,08	14,94
- AM	4,75	4,06	20,84	2,14	61,60	38,40	21,03
- RR	7,56	5,72	21,77	2,07	63,25	36,75	35,69
- PA	4,19	3,71	32,44	3,30	75,34	24,66	11,49
NE	4,07	3,63	29,57	3,04	72,94	27,06	12,23
- MA	3,49	3,34	25,07	2,84	68,09	31,91	12,08
- PI	4,00	3,31	38,11	3,63	79,01	20,99	9,71
- CE	3,73	3,41	27,02	2,90	70,39	29,61	12,24
- RN	6,21	4,50	28,96	2,61	72,38	27,62	21,50
- PB	4,02	3,74	24,86	2,58	67,82	32,18	14,14
- PE	4,95	4,22	25,07	2,56	68,08	31,92	18,23
- AL	4,58	3,95	25,32	2,54	68,40	31,60	16,84
- SE	5,46	4,18	28,15	2,58	71,58	28,42	19,01
- BA	3,81	3,43	25,55	2,62	68,69	31,31	13,39
SE	6,87	5,46	22,20	2,22	63,96	36,04	31,46
- MG	6,19	4,70	24,24	2,33	66,69	33,01	26,46
- ES	5,97	4,79	23,11	2,35	65,38	34,62	26,89
- RJ	6,17	4,94	22,79	2,30	64,90	35,10	26,91
- SP	7,31	5,80	18,52	1,87	56,80	43,20	40,99
SU	6,07	5,03	22,64	2,36	64,67	35,33	27,76
- PR	5,71	4,77	22,38	2,33	64,25	35,75	25,88
- SC	5,79	5,22	18,18	2,07	56,01	43,99	33,39
- RS	6,76	5,25	22,80	2,24	64,92	35,08	31,17
CO	5,20	4,50	25,01	2,56	68,01	31,99	19,22
- MS	6,36	5,10	22,21	2,21	63,98	36,02	28,22
- MT	6,06	5,12	21,94	2,25	63,54	36,46	26,31
- GO	4,94	4,46	26,49	2,77	68,80	30,20	16,87
- DF	7,88	6,45	14,47	1,48	44,70	55,30	55,04
BRASIL	5,37	4,56	24,76	2,52	67,69	32,31	20,27

Fonte: MEC/SAG/CPS/CIP

6. Comentários e Conclusões

A análise dos Indicadores de Eficiência e Produtividade mostram resultados em acordo com a intuição dos especialistas da área.

Assim, por exemplo, ao nível de Brasil, o estudante apresenta uma média de 5,37 anos de escolaridade, ficando as regiões Sudeste (com uma média de 6,87 anos) e Sul (com uma média de 6,07 anos) como as regiões que apresentam valores acima da média brasileira.

Analogamente, para o número médio de séries concluídas, as regiões Sudeste e Sul são as únicas que apresentam valores acima da média brasileira.

Ao nível de unidades da Federação, o Distrito Federal e o Estado de São Paulo são aquelas que apresentam os melhores valores em termos de número médio de anos de escolarização e de séries concluídas.

Com relação às matrículas-ano, ao nível do Brasil, são oferecidas em média 24,76 matrículas-ano para formar um aluno no Ensino Fundamental, que tem a duração de oito anos.

Novamente as regiões Sudeste (22,20) e Sul (22,64) apresentam valores para seus indicadores melhores que aqueles do Brasil.

Esse mesmo padrão se repete com relação aos demais indicadores relativos a matrículas-ano.

O indicador da percentagem de formandos que concluem o Ensino Fundamental, mostra que, no Brasil, apenas 20,27% dos alunos que se matriculam na primeira série conseguem concluir o Ensino Fundamental.

Para o Distrito Federal, que apresenta a melhor percentagem de conclusão do Ensino Fundamental - 55,04% - percebe-se que ainda é uma percentagem muito baixa ou insatisfatória.

Esse indicador novamente apresenta um comportamento que está em acordo com a intuição dos especialistas da área.

A análise dos valores destes indicadores, dentro das unidades da Federação, também apresenta valores consistentes, reforçando a idéia de que esses indicadores podem ser utilizados dentro do processo de tomada de decisões.

A conclusão é que estes indicadores, obtidos a partir do modelo de fluxo de alunos, podem ser melhor utilizados nos processos de tomada de decisão e planejamento do ensino, sendo necessário continuar o desenvolvimento desse modelo, para que esses indicadores possam ser calculados em níveis de desagregação cada vez maiores, atingindo o nível de Estabelecimento de Ensino.

Numa segunda fase de desenvolvimento deste modelo, é importante que sejam incluídos dados demográficos e de custo-aluno.

BIBLIOGRAFIA

- Unesco office of statistics, "A Statistical Study of Wastage at School". Unesco; Paris-Genebra, 1972.
- Unesco: Statistical Reports and Studios N° 24, 1980. Tore Thonstad, Analysing and Projecting School Enrolment in Developing Countries: A Manual of Methodology.
- Luenberger, David G. Introduction to Dynamic Systems. New York: John Wiley & Sons, 1979.
- Cuadra, Ernesto. Indicators of Student Flow Rates in Honduras: An Assessment of An Alternative Methodology. Bridges Research Report Series, December 1989, n° 6.
- The World Bank, LATHR Division, Santiago, 25 noviembre, 1988. Repetition Rates: the Key Issue in South American Primary Education.
-

