

OBMEP e PICJr

Análise de dados históricos OBMEP e ENEM

RELATÓRIO

agosto/2015

1 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é o de definir critérios e indicadores que permitam uma avaliação estatística objetiva do impacto da OBMEP. Mais especificamente, que permitam avaliar o impacto da participação dos alunos premiados no Programa de Iniciação Científica Júnior (PIC-Jr) no desempenho desses alunos no ENEM.

2 INTRODUÇÃO

A péssima qualidade do sistema nacional de ensino básico brasileiro vem sendo abundante e consistentemente demonstrado por avaliações periódicas abrangentes, internacionais (O PISA é talvez o melhor exemplo) e nacionais (Prova Brasil, o Saresp em SP, etc.). Esta silenciosa tragédia nacional é produto de um processo de degradação progressiva que se estendeu por várias décadas. Embora possivelmente já estancado, a sua reversão intensa é uma tarefa que se impõe com urgência e dramaticidade.

A OBMEP é um interessante e oportuno instrumento de política pública que, como qualquer política pública, demanda monitoração contínua para avaliação e ajustes finos periódicos de direção e parâmetros.

Com uma cobertura quase completa do universo de alunos das escolas públicas de primeiro e segundo graus, a OBMEP, já em sua décima edição, demanda uma avaliação criteriosa de seus resultados, de seu impacto resultante na qualidade do nosso sistema básico de ensino de Matemática.

Embora diversos outros critérios possam ser considerados, um que se impõe naturalmente é o da avaliação do efeito da participação no Programa de Iniciação Científica Júnior (PIC-Jr), privilégio contemplado aos medalhistas de cada edição da Olimpíada, nos seus resultados posteriores nos diversos obstáculos acadêmicos que os alunos serão desafiados a enfrentar.

Pela disponibilidade de dados, neste trabalho, utilizamos o ENEM, o grande exame nacional que o aluno encarará, tipicamente, ao final do ciclo médio.

Neste trabalho, exploramos as bases de dados relativas às edições de 2009 a 2012 da OBMEP e os resultados do ENEM de 2009 a 2012. Como apenas os alunos participantes na OBMEP que foram contemplados com bolsa PIC-Jr são identificados pelo CPF, apenas estes puderam ser rastreados na base ENEM. De qualquer forma, embora explorando alguns resultados básicos de todo o universo OBMEP, é naquele subgrupo de alunos contemplados com bolsa (e portanto identificados e rastreáveis na base ENEM) que concentraremos o esforço analítico visando estimar o efeito da participação no PIC-Jr.

Como veremos, embora não espetacular, existe um efeito solidamente significativo do ponto de vista estatístico. A magnitude de sua relevância será julgada pelos responsáveis pelo Programa.

Neste documento apresentamos evidências que deverão contribuir para um julgamento objetivo.

Por outro lado, o estudo evidencia ajustes oportunos de serem efetuados, no sentido do aperfeiçoamento desta vigorosa e importante política pública.

3 METODOLOGIA

Num contexto ideal, a estimativa do efeito da participação no PIC no desempenho da prova de Matemática do ENEM, seria feita com base num experimento estatístico adequadamente delineado. Uma versão muito simples contaria com um grupo de controle (C) e outro, de tratamento (T).

Os dois grupos seriam formados através de um sorteio aleatório sobre o subconjunto dos alunos qualificados à bolsa. Os alunos sorteados ao grupo T receberiam a bolsa e os do grupo C, não.

O sorteio poderia ser aleatório simples, ou mais sofisticado, como com estratificação do universo por tipo de medalha recebida, nota na P2, Unidade da Federação, etc., antes do sorteio propriamente dito.

Como não houve um delineamento de experimento, teremos que improvisar. É claro que não podemos simplesmente comparar o desempenho dos alunos participantes do PIC com os demais estudantes. O grupo de alunos selecionados ao PIC foi separado por critério acadêmico e, independentemente do PIC, terá desempenho diferenciado no ENEM, como veremos adiante.

A comparação deverá ser feita dentro do grupo de alunos selecionados ao PIC e, para isto, tiraremos vantagem do fato que muitos deles, apesar de selecionados, por um motivo ou outro não participaram do programa.

De fato, esse grupo selecionado se divide em três subgrupos: aqueles que não participaram do Programa; aqueles que participaram, mas apenas parcialmente; e os que participaram integralmente. Assim, o primeiro subgrupo será o nosso grupo de controle, e teremos dois níveis de tratamento, correspondentes ao segundo e terceiro subgrupos.

Um aluno pode participar da OBMEP mais que uma vez. De fato, na base de dados neste projeto cobrindo as edições de 2009 a 2013, há 129 estudantes que participaram, e foram contemplados com bolsa em todas as cinco. Criamos assim o Grupo PIC (ou G-PIC), dos alunos que foram contemplados com bolsa pelo menos uma vez nesses cinco anos, mesmo que nunca tenham participado do Programa. É sobre este grupo que procederemos aos testes estatísticos de existência de efeito na nota de Matemática no ENEM, e a participação no PIC.

Aqui, diversas situações podem ocorrer (e ocorreram). Um aluno pode, por exemplo, participar da OBMEP em 2009 e ganhar uma bolsa (pronto, isto já o torna membro do G-PIC), participar do programa integralmente (durante o ano de 2010), e fazer o ENEM-2011, portanto já tendo se beneficiando da participação no Programa. Outro aluno, nas mesmas condições de

participação e premiação na Olimpíada em 2009, pode participar do programa (lembrando: em 2010), faz o ENEM-2010, portanto tendo participado ainda apenas parcialmente do Programa. Nas mesmas condições, mas participando do ENEM-2009, o medalhista e possível futuro participante integral do programa PIC, faz o ENEM, ainda sem o eventual benefício auferido pela participação no PIC.

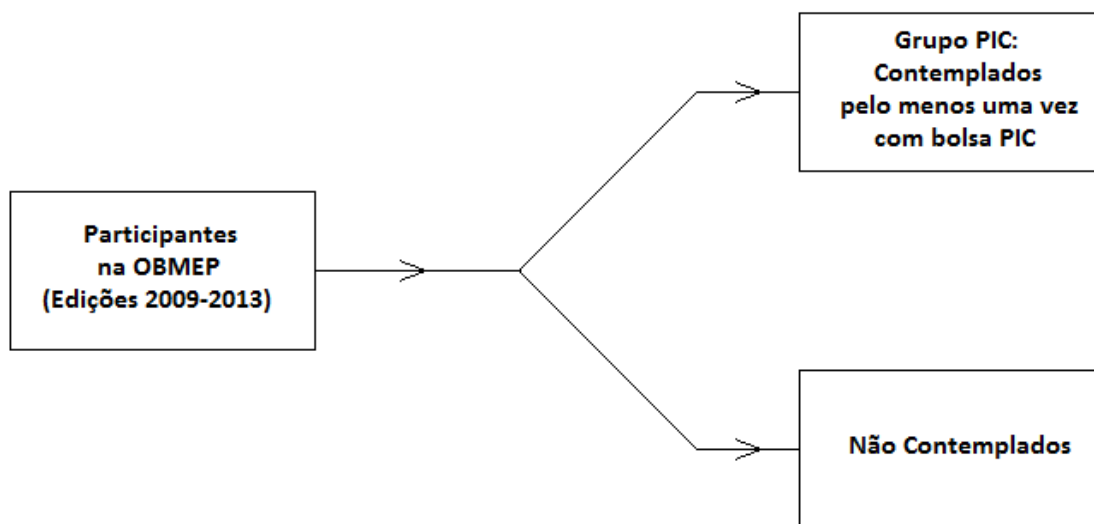


Figura 1: Participantes da OBMEP

Por outro lado, um aluno pode estar fazendo, digamos, o ENEM-2012, tendo já participado de dois Programas completos. De qualquer forma, o grupo de controle, a cada edição do ENEM, será composto pelos alunos do G-PIC que, na data do ENEM ainda não participaram – nem parcialmente – de nenhuma edição do PIC (mesmo que venham a participar no futuro).

Conforme veremos adiante, efetuaremos o teste estatístico de existência de efeito positivo associado à participação no PIC no desempenho em Matemática no ENEM, para cada um dos diferentes subgrupos sugeridos acima.

4 O ENEM

Neste trabalho, o ENEM tem importância central. Ele será a referência para a avaliação comparativa do desempenho pós PIC dos alunos. Como veremos, o grande exame nacional do ensino médio, além de prover um instrumento muito importante para a classificação acadêmica dos estudantes brasileiros concluindo o ensino médio, e outros, visando o acesso ao sistema público de ensino superior, fornece um retrato desolador do estado geral do complexo nacional de ensino médio, tanto público como privado.

Nesta seção faremos uma análise estatística bem detalhada dos resultados do ENEM, de 2009 a 2012. Embora cobrindo todas as disciplinas contempladas pelo ENEM – Ciências Naturais (CN), Ciências Humanas (CH), Linguagem e seus códigos (Port) e Matemática e suas tecnologias (Mat) – uma atenção especial será dada, naturalmente, à disciplina da Matemática.

4.1 Evolução do Número de Participantes

A importância crescente do grande exame nacional no cenário do ensino básico bem como no processo de seleção ao sistema público de ensino superior no Brasil, é revelada pelas estatísticas de número participantes, ano a ano.

De 2009 a 2012, o número total de inscritos cresceu 40%, enquanto que o número de inscritos que fizeram a prova de Matemática cresceu 68%.

Sem as características estatísticas de um instrumento de avaliação geral do nível de qualidade do ensino básico no país, o ENEM é um poderoso instrumento nacional de classificação de alunos com

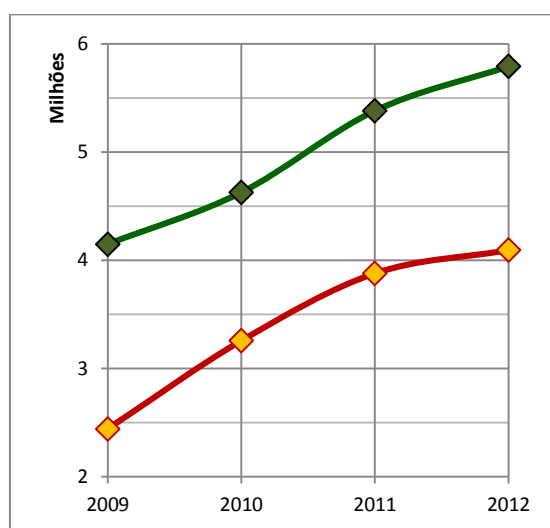


Tabela 1: Alunos Inscritos no ENEM, 2009-2012

Ano	Inscritos	Fizeram a Prova de Matemática
2009	4.148.721	2.441.496
2010	4.626.094	3.256.165
2011	5.380.856	3.879.337
2012	5.791.065	4.093.884
Total	19.946.736	13.670.882

Figura 2: Número de Inscritos (verde) e número de alunos que fizeram a prova de matemática (vermelho)

vistas ao acesso ao ensino superior. Ele vem sendo utilizado, oficialmente ou não, para diversos outros objetivos de avaliação acadêmica de candidatos e instituições de ensino, tanto no contexto governamental como no privado.

Adiante neste trabalho, utilizaremos os resultados do ENEM para avaliar o efeito que a participação de um estudante no PIC tem no seu desempenho nesse exame nacional.

Antes exploraremos os resultados dos estudantes nas diversas provas (com foco principal nas provas de Matemática) e como esses resultados variam por critério geográfico, de tipo de escola, nível de renda e de escolaridade dos pais, etc.

4.2 ENEM e a Localização Geográfica

O desempenho geral dos participantes não é uniforme sobre o território nacional, apresentando, em vez disto, desequilíbrio acentuado entre regiões, estados e municípios. Na tabela abaixo estão as notas médias em Matemática na prova de 2012, por unidade da federação, ordenadas no sentido decrescente deste desempenho médio.

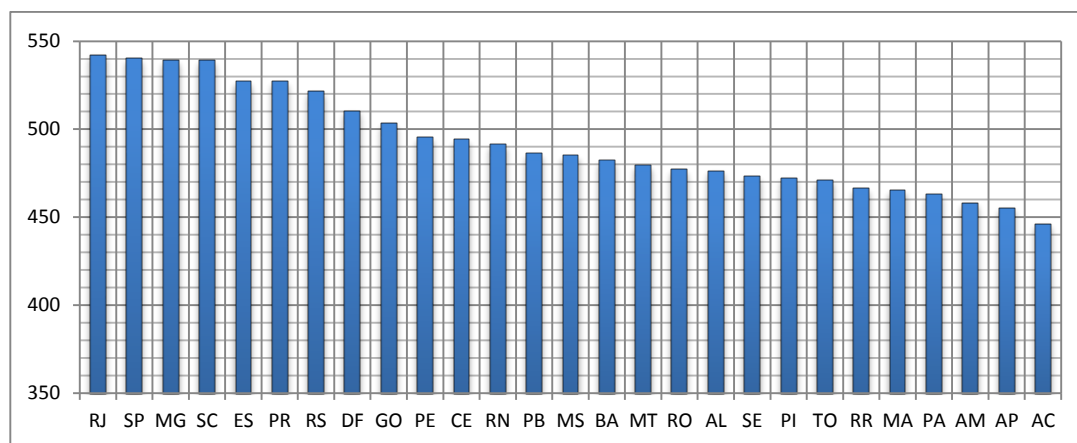


Figura 3: Nota Média por U.F. em Matemática, no ENEM 2012

Em 2012 a amplitude deste parâmetro entre as 27 unidades da federação (U.F.), correspondente à diferença entre os estados do Rio de Janeiro e do Acre, as duas unidades da federação ocupando as posições extremas na classificação acima, foi de 96 pontos. Este valor oferece um referencial útil na avaliação do que seria uma variação relevante de desempenho associada à participação no PIC.

O quadro de posições relativas das U.F.'s no período considerado, não revela nenhum movimento dramático, como mostra a Tabela 2. O desempenho pífio do complexo nacional de ensino básico no seu fundamento principal que é o de formar as bases intelectuais de nossas crianças e jovens conhece, sim, regiões de depressão acentuada e persistente.

A avaliação do resultado do ENEM por município, em Matemática, revela um “relevo nacional” bastante irregular da qualidade média do complexo de ensino básico naquela disciplina. Este relevo pode ser visualizado graficamente.

Na Figura 4 exploramos alguns recursos simples de computação gráfica para mostrar como é irregular a qualidade do ensino básico de Matemática ao longo do território nacional. Nelas o mapa do Brasil é colorido, município a município, numa escala de cores associada ao desempenho médio na prova de Matemática do ENEM, no ano correspondente. O mapa abaixo mostra os resultados médios por município, relativos a 2012. A associação entre desempenho e localização geográfica é óbvia. Fica evidente a grande depressão na Região Norte. Por outro lado, vê-se que, mesmo em U.F.’s de desempenho mais elevado, existem municípios com desempenho muito baixo.

Na comparação entre municípios, é importante lembrar que muitos deles apresentam números muito pequenos de participantes. Assim, os resultados médios correspondentes podem apresentar variações muito grandes sem que isto reflita variações correspondentes nos níveis de eficiência dos sistemas de ensino básico desses municípios. Tal efeito é particularmente notável quando se estuda a evolução, ao longo dos anos, do desempenho médio de um município desse grupo. Grandes variações podem ocorrer sem variações correspondentes na qualidade dos respectivos sistemas de ensino básico.

Tabela 2: Ranking por U.F., 2009-2012

Posição	2009	2010	2011	2012
1	SC	SC	SC	RJ
2	SP	RJ	RJ	SP
3	RJ	SP	MG	MG
4	MG	MG	SP	SC
5	PR	PR	PR	ES
6	RS	RS	ES	PR
7	ES	ES	RS	RS
8	DF	DF	DF	DF
9	PE	GO	GO	GO
10	GO	CE	CE	PE
11	MS	PE	PE	CE
12	MT	MS	MS	RN
13	CE	RN	PB	PB
14	RN	PB	RN	MS
15	PB	MT	MT	BA
16	RO	RO	RO	MT
17	PI	PA	BA	RO
18	BA	AL	AL	AL
19	MA	TO	PI	SE
20	AL	BA	PA	PI
21	PA	PI	SE	TO
22	AM	RR	TO	RR
23	TO	MA	RR	MA
24	RR	AP	MA	PA
25	AP	AM	AM	AM
26	SE	SE	AP	AP
27	AC	AC	AC	AC

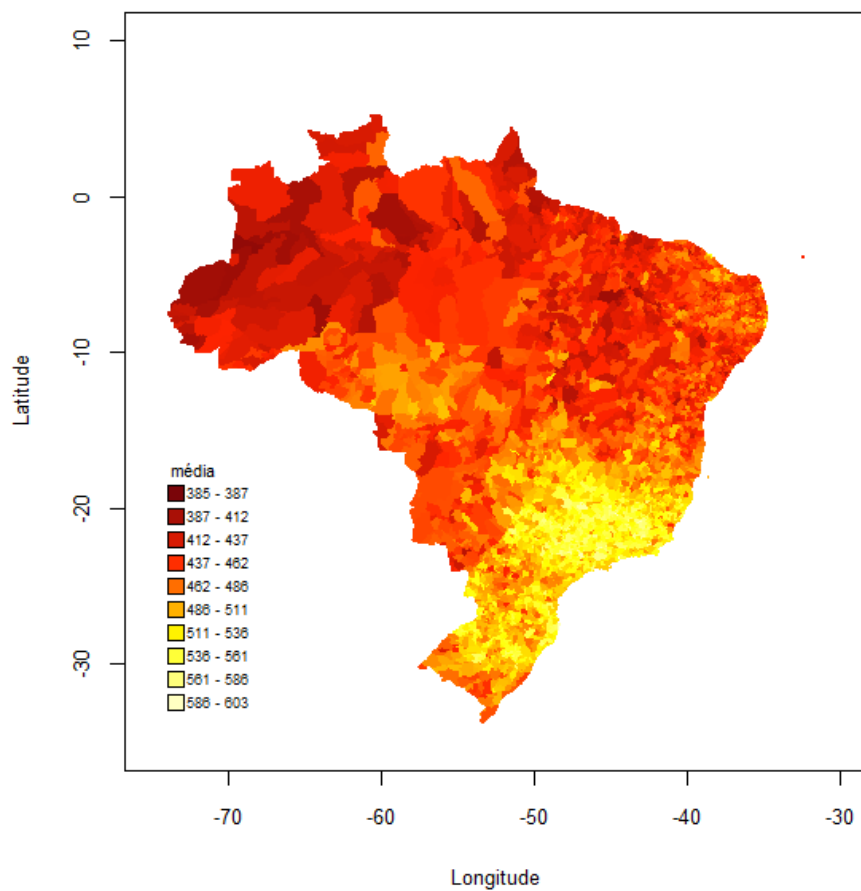


Figura 4: desempenho em matemática por município (ENEM 2012)

4.3 ENEM e os Fatores Socioeconômicos

Além das desigualdades regionais, observa-se uma grande diferença de desempenho entre alunos em função de fatores como renda familiar e nível de instrução dos pais.

O desempenho em matemática dos alunos de escolas públicas está, em média, 68 pontos abaixo do desempenho daqueles das escolas particulares. Esta diferença corresponde aproximadamente àquela observada entre o Acre e o Rio Grande do Sul, na figura 3. Esta diferença oferece outro referencial contra o qual avaliar as eventuais diferenças de desempenho associadas ao PIC.

O aumento de renda familiar possui um efeito positivo no desempenho: o aumento em 100% da renda resulta num aumento médio de aproximadamente 36 pontos na nota média de matemática. Temos aqui outro referencial contra o qual avaliar a relevância do efeito do PIC.

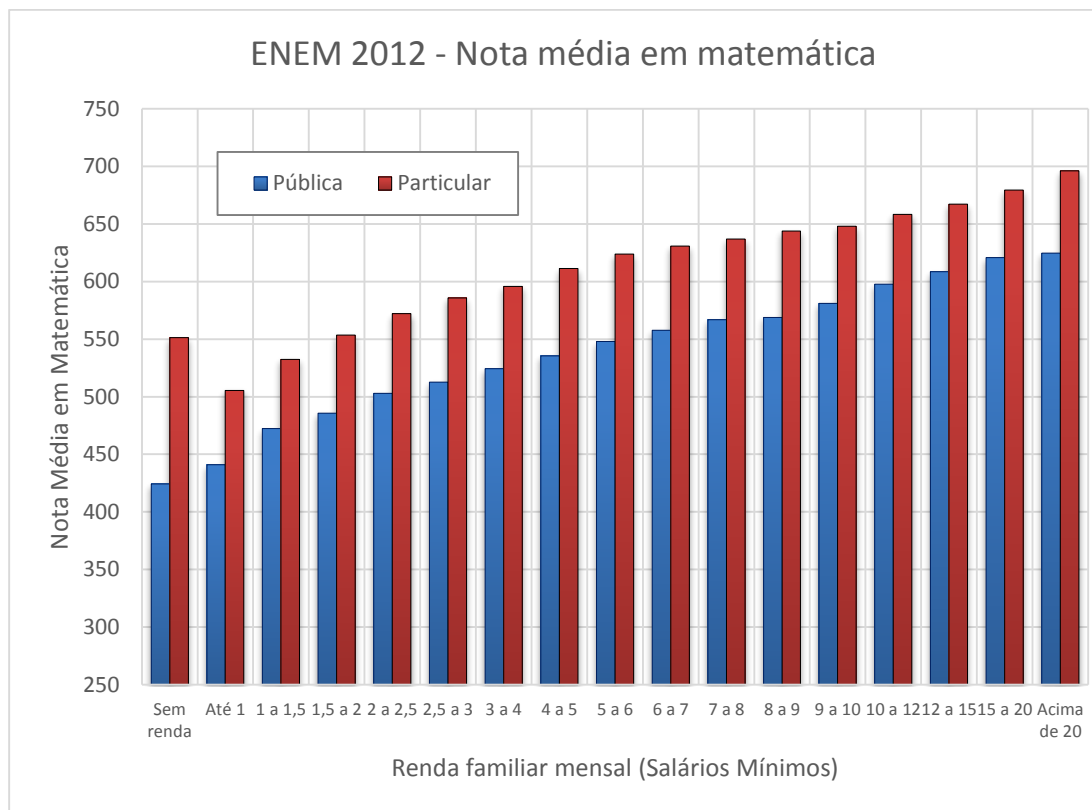


Figura 5: Média em Matemática no ENEM 2012 por faixa de renda por tipo de escola.

Obs: Na categoria “Sem renda” inclui-se renda não declarada. Observe que se, por um lado, a coluna azul nesta categoria é coerente com a tendência geral, a coluna vermelha, não. Esta discrepância sugere que na categoria “sem renda” do grupo “escola particular” deve incluir uma parcela significativa de estudantes pertencentes a famílias de renda mais elevada, mas sem declaração da mesma.

O aumento do nível de instrução familiar possui um desempenho positivo na nota: a evolução da categoria “Ensino Fundamental” para o “Ensino Superior” resulta num incremento de 79 pontos na nota média de matemática.

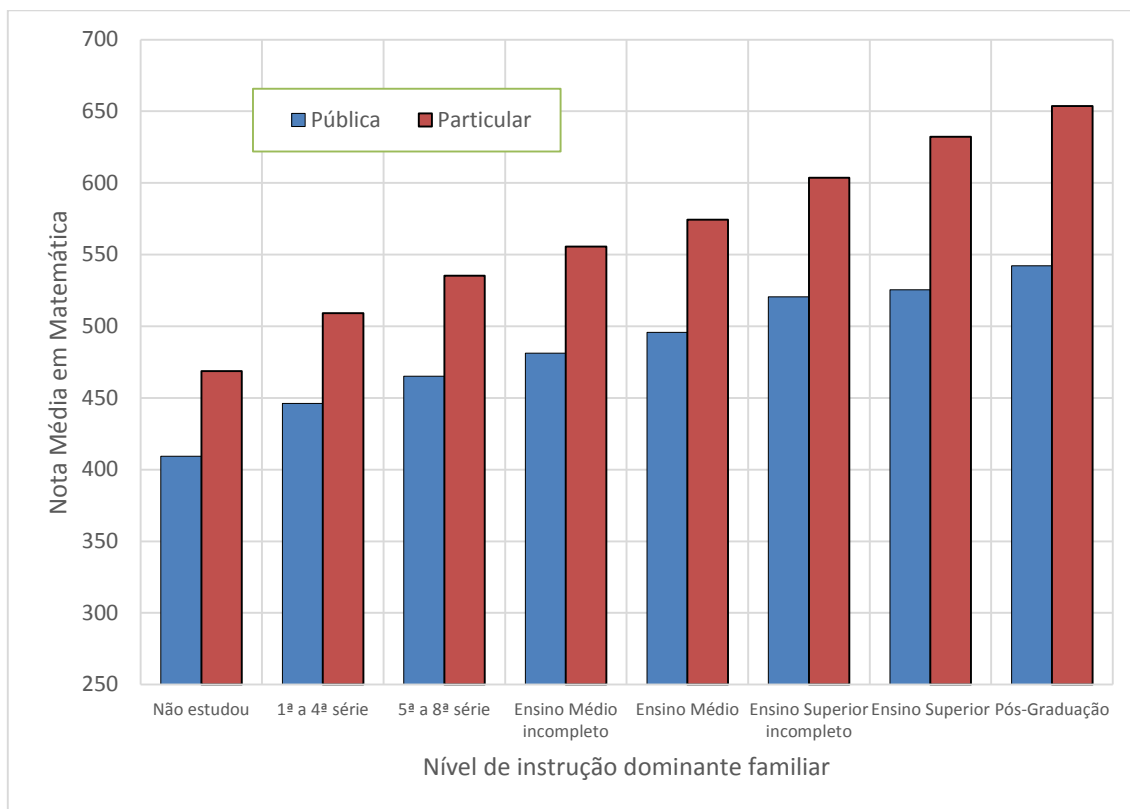


Figura 6: Média em Matemática no ENEM em função do nível de instrução dominante na família

A tabela abaixo apresenta um sumário das amplitudes de variação da nota média em Matemática no ENEM-2012, segundo diversos critérios.

Tabela 3: Amplitude de variação da nota média de matemática no ENEM-2012, segundo diversos critérios

Critério	de	a	Varição (pontos)
Unidade da Federação	Acre	Rio de Janeiro	94
Tipo de Escola	Pública	Particular	68
Renda Familiar	Sem renda	Acima de 20 salários mínimos	200
Nível de Instrução	Sem estudo	Pós graduação	150

5 A OBMEP

Nas suas nove primeiras edições a OBMEP acumula nove anos de história e 28.138 medalhistas. Uma fração considerável desses alunos (muitos deles com aparições múltiplas) participaram integralmente, ou pelo menos em parte, do Programa de Iniciação Científica Jr (PIC). Neste projeto construiremos o mapa completo de associações entre o histórico desses alunos durante o programa, e seu desempenho posterior no ENEM.

Em princípio, todo estudante que tenha sido envolvido pelo universo OBMEP, e que tenha sido identificado de forma a permitir rastreamento posterior tem, potencialmente, uma contribuição positiva a dar no mapeamento estatístico do efeito da participação no PIC no desempenho acadêmico ulterior.

Para uma base de comparação, dados sobre os alunos medalhistas que, por diversos motivos (dificuldades operacionais, opção por bolsa de alguma escola particular, etc.) tenham abdicado da bolsa, também serão compilados, assim como os dados dos alunos que, selecionados, não compareceram à Prova 2 (segundo estágio da OBMEP) ou compareceram e não receberam medalha (desclassificados ou Menção Honrosa).

A OBMEP se constitui hoje em importante ferramenta de política pública. Anualmente cerca de 19 milhões de alunos participam da sua primeira fase. Destes, mais de 800 mil são selecionados para a 2ª Fase. No período de 2009 a 2013, 4,4 milhões de alunos foram selecionados para a segunda fase da OBMEP, 2,2 milhões fizeram a prova, e quase 20 mil receberam medalhas.

As provas da 2ª Fase são corrigidas por duas bancas. Inicialmente, todas as provas são corrigidas por bancas regionais. A partir desta correção, são estabelecidas notas de corte. Todas as provas com notas acima da nota de corte são recorrigidas por uma banca nacional.

Tabela 4: Alunos selecionados para a segunda fase e alunos premiados na OBMEP no período 2009-2013

Ano	Selecionados para a 2ª Fase			Premiados			
	Selecionados	P2 Correção Regional	P2 Correção Nacional	Menção Honrosa	Bronze	Prata	Ouro
2009	861.660	483.764	13.172	29.992	1.800	900	300
2010	885.964	442.320	13.085	30.048	1.804	900	504
2011	839.393	425.872	13.043	29.999	1.802	900	500
2012	848.195	409.592	14.968	40.929	3.108	903	500
2013	982.593	465.030	17.963	38.836	4.599	900	499
Total	4.417.805	2.226.578	72.231	169.804	13.113	4.503	2.303

5.1 OBMEP e a Localização Geográfica

Tal como no caso do ENEM, o desempenho dos alunos na OBMEP não é igual em todo o território nacional. Na tabela abaixo, as unidades da federação são listadas, com população (FIBGE-2014), e estatísticas totais para as Olimpíadas de 2009 a 2013.

Tabela 5- População e estatísticas OBMEP acumuladas totais 2009-2013, por UF

UF	2009-2013: totais								
	População (2014)	Selecionados	P2 reg	P2 nac	Destacados	Menção Honrosa	Bronze	Prata	Ouro
AC	795.145	19.644	11.306	379	512	387	121	3	1
AL	3.327.551	82.786	41.217	588	1.054	878	147	22	7
AM	3.893.763	97.367	52.143	656	1.762	1.537	163	44	18
AP	756.500	19.510	9.366	427	222	101	120	1	0
BA	15.150.143	366.528	175.886	1.802	5.342	4.895	268	109	70
CE	8.867.448	233.576	145.535	1.975	6.573	5.992	339	155	87
DF	2.867.869	61.680	28.167	1.725	3.722	3.072	361	171	118
ES	3.894.899	83.100	39.519	1.572	4.306	3.890	283	102	31
GO	6.551.322	145.399	66.559	1.360	4.581	4.276	223	56	26
MA	6.861.924	166.872	88.753	639	1.842	1.685	131	21	5
MG	20.777.672	483.687	285.528	18.339	46.356	41.054	3.523	1.184	595
MS	2.630.098	75.265	40.885	1.013	2.783	2.400	228	99	56
MT	3.236.578	87.772	44.314	621	2.193	2.020	136	26	11
PA	8.101.180	214.214	100.507	745	2.550	2.353	158	28	11
PB	3.950.359	96.053	48.013	554	1.461	1.286	138	17	20
PE	9.297.861	233.905	111.284	1.394	4.223	3.749	271	138	65
PI	3.198.185	102.136	63.016	667	1.860	1.654	146	36	24
PR	11.112.062	264.551	126.661	5.008	13.994	12.720	809	325	140
RJ	16.497.395	230.363	98.086	4.747	10.048	8.408	823	488	329
RN	3.419.550	81.280	40.926	934	1.936	1.675	188	48	25
RO	1.755.015	43.150	23.319	444	1.368	1.225	121	18	4
RR	500.826	13.642	6.769	522	393	254	133	5	1
RS	11.228.091	190.747	93.869	4.084	11.344	10.374	622	208	140
SC	6.734.568	124.907	65.785	3.062	8.501	7.819	481	128	73
SE	2.227.294	45.620	20.878	464	490	348	128	8	6
SP	44.169.350	804.198	368.233	17.985	48.754	44.349	2.930	1.043	432
TO	1.502.759	49.853	30.054	525	1.553	1.403	122	20	8
BRASIL	203.305.407	4.417.805	2.226.578	72.231	189.723	169.804	13.113	4.503	2.303

Na tabela a seguir, estão apresentados os totais de alunos selecionados para cada etapa, no período de 2009 a 2013, por milhão de habitantes por U.F.

Cada UF recebe certo número de medalhas de bronze (15 por UF até 2012, e 60 por UF em 2013). Estas são descontadas do total de medalhas, obtendo-se assim o número de medalhas de bronze nacionais (nBronzeNac).

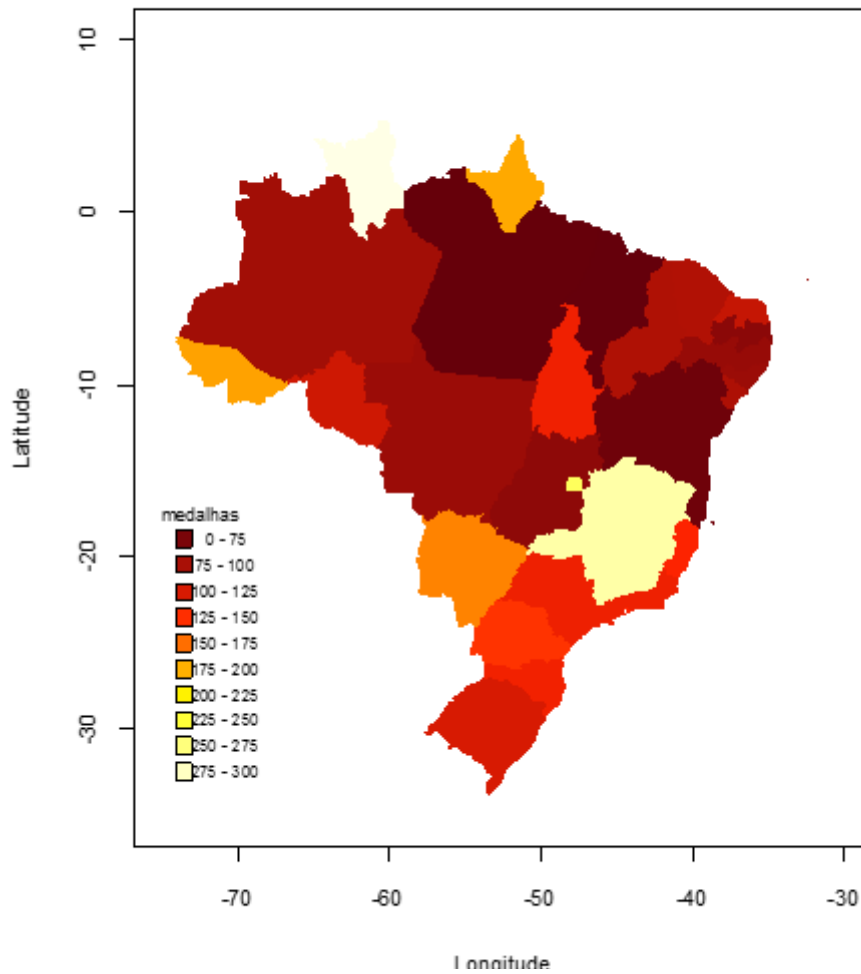
A tabela é ordenada pelo índice de medalhas (iMed), definido pela expressão abaixo:

$$iMed = nOuro + 0,8 \cdot nPrata + 0,5 \cdot nBronzeNac$$

Tabela 6: Número de premiados por milhão de habitantes por U.F., ordenadas pelo total de medalhistas por 1.000.000 habitantes.

U.F.	População (milhares)	OBMEP 2009-2013: por 1.000.000 habitantes							
		Selecionados para P2	P2 Correção regional	P2 Correção nacional	Menção Honrosa	Bronze	Prata	Ouro	i.Medalhas
MG	20.778	23.279	13.742	883	1.976	170	57	29	156
DF	2.868	21.507	9.822	601	1.071	126	60	41	131
MS	2.630	28.617	15.545	385	913	87	38	21	72
PR	11.112	23.808	11.399	451	1.145	73	29	13	67
RJ	16.497	13.964	5.946	288	510	50	30	20	65
SP	44.169	18.207	8.337	407	1.004	66	24	10	60
SC	6.735	18.547	9.768	455	1.161	71	19	11	53
ES	3.895	21.336	10.146	404	999	73	26	8	50
RS	11.228	16.988	8.360	364	924	55	19	12	50
CE	8.867	26.341	16.412	223	676	38	17	10	36
RN	3.420	23.769	11.968	273	490	55	14	7	28
PE	9.298	25.157	11.969	150	403	29	15	7	27
RR	501	27.239	13.516	1.042	507	266	10	2	23
PI	3.198	31.936	19.704	209	517	46	11	8	21
AM	3.894	25.006	13.391	168	395	42	11	5	19
GO	6.551	22.194	10.160	208	653	34	9	4	19
TO	1.503	33.174	19.999	349	934	81	13	5	17
BA	15.150	24.193	11.610	119	323	18	7	5	15
MT	3.237	27.119	13.692	192	624	42	8	3	12
AL	3.328	24.879	12.387	177	264	44	7	2	11
PB	3.950	24.315	12.154	140	326	35	4	5	11
RO	1.755	24.587	13.287	253	698	69	10	2	11
SE	2.227	20.482	9.374	208	156	57	4	3	7
PA	8.101	26.442	12.406	92	290	20	3	1	6
AC	795	24.705	14.219	477	487	152	4	1	5
MA	6.862	24.319	12.934	93	246	19	3	1	4
AP	757	25.790	12.381	564	134	159	1	0	1

Figura 7: Medalhistas por U.F. (OBMEP 2009-2013)



5.2 Algumas Definições

Em cada ano, a OBMEP distribui um certo número de medalhas (ver tabela 4). Todos os alunos premiados com medalhas em um certo ano recebem no ano seguinte uma bolsa de Iniciação Científica Junior do CNPq para participarem do Programa de Iniciação Científica da OBMEP (PIC). Para receberem a bolsa, os alunos comunicam seus CPFs, o que permite acessar seus resultados no ENEM.

Para descrever a relação dos alunos com o PIC, foram utilizados os seguintes conceitos e indicadores.

Grupo PIC: É o grupo dos alunos que foram contemplados com bolsa PIC em algum ano do período 2009-2013. Este grupo inclui 14.883 alunos diferentes, alguns dos quais receberam a bolsa mais que uma vez; 119 alunos receberam bolsa em cada um dos 5 anos do período 2009-2013.

Este é, naturalmente, um grupo diferenciado em termos dos resultados no ENEM, mais especificamente no de matemática: enquanto a nota mediana nesta disciplina dos cerca de 4,1 milhões alunos que fizeram a prova de matemática do ENEM-2012 foi 502, a dos 2622 desses alunos que pertencem ao Grupo PIC foi 776.

Entre os 4,1 milhões de participantes da prova de matemática, cerca de 2% (aproximadamente 82 mil estudantes) tiraram nota superior a 776, enquanto que cerca de 10% do grupo PIC tiraram nota inferior a 660. Estes fatos (ver figura 8) revelam ao mesmo tempo as virtudes e limitações do processo seletivo ao PIC via OBMEP.

Os alunos do grupo PIC são os únicos que temos identificados – por CPF – na base de dados OBMEP. São estes, portanto, que poderão ser traçados na base ENEM, para estimação do efeito da participação no PIC no resultado no ENEM

Nas próximas edições seria desejável procurar registrar o CPF de todos os alunos participantes da Prova 2 com correção nacional que disponham deste documento.

Os indicadores a seguir são aplicados aos estudantes do Grupo PIC, apenas.

i.PIC_a – Indica a relação de um aluno do Grupo PIC com o Programa no ano *a*. Seu valor varia de 0 a 2:

- 0 – se aluno não participou do PIC naquele ano (tendo sido, naquele ano, contemplado ou não).
- 1 – se naquele ano o aluno foi contemplado, mas cursou apenas parcialmente o programa.
- 2 – se naquele ano o aluno foi contemplado e cursou integralmente o programa.

Como uma bolsa ganha num ano só será desfrutada no ano seguinte, convencionamos que o *i.PIC* correspondente ao ano em que o aluno recebe sua primeira bolsa é sempre 0, podendo,

Tabela 7: bolsas PIC ganhas (OBMEP 2009-2013)

OBMEP de 2009 a 2013	
Bolsas Ganhas	Alunos
1	10.635
2	2.677
3	1.035
4	417
5	119
Total alunos	14.883
Total bolsas	21.357

no ano seguinte, ser 0, 1 ou 2, conforme sua participação no programa: nenhuma, parcial ou integral, respectivamente.

i.PIC_{parcial_a} – Indica a relação de um aluno do Grupo PIC com o Programa na data do ENEM do ano a . Seu valor varia de 0 a 1: o aluno pode ou não ter cursado o PIC naquele ano (i.PIC parcial igual a 0), ou cursado o PIC pelo menos parcialmente (já que, na data do ENEM, o programa ainda não foi concluído e não é possível diferenciar os alunos que irão concluir daqueles que irão abandonar o programa).

i.PIC_{máx_a}: É o máximo entre o valor registrado de $i.PIC_{parcial_a}$ no ano a e o maior valor de $i.PIC$ registrado até o ano $a-1$ inclusive. Em outras palavras, este indicador será 0 se o aluno não participou de nenhum PIC até a data do ENEM do ano a , 1 se o aluno cursou algum PIC mais não chegou a concluir o programa (seja porque o abandonou ou porque não teve tempo de o concluir na data do ENEM) e 2 se o aluno completou algum PIC nos anos anteriores.

i.PIC_{cac_a}: É a soma dos $i.PIC_a$ até o ano $a-1$ inclusive, com o $i.PIC_{parcial_a}$.

O caso real de um aluno (de Ribeirão Pires – SP), que foi contemplado com bolsa todos os cinco anos considerados, serve como ilustração. Em 2009, não participou do PIC. Em 2010 e 2012, cursou o PIC integralmente. Em 2011 e 2013, sua participação foi somente parcial.

A história relacionada à OBMEP, deste e dos demais alunos, anterior a 2009 é desconhecida neste projeto.

Tabela 8: trajetória de um aluno do grupo PIC, com os diversos indicadores.

Ano	Ocorrência	i.PIC	i.PIC _{parcial}	i.PIC _{máx}	i.PIC _{cac}
2009	Contemplado na OBMEP-09 com bolsa PIC(*)	0	0	0	0
2010	Contemplado na OBMEP-10. Não participou do PIC-09 correspondente à bolsa ganha em 2009.	0	0	0	0
2011	Contemplado na OBMEP-11. Cursou PIC-10 integralmente.	2	1	1	1
2012	Contemplado na OBMEP-12. Cursou PIC-11 parcialmente.	1	1	2	3
2013	Contemplado na OBMEP-13. Cursou PIC-12 integralmente.	2	1	2	4

(*) Uma bolsa ganha em 2009, só será desfrutada em 2010. Assim, para esse aluno PIC, $i.PIC_{2009} = 0$, pois ele só poderá desfrutar da bolsa em 2010. Contudo, no ano de 2010, este aluno optou por não participar do PIC para os premiados na OBMEP-09, e assim o seu $i.PIC_{2010} = 0$. Mas, ainda em 2010, ele novamente ganha uma bolsa, que poderá ser desfrutada em 2011. Neste ano, o aluno cursa integralmente o PIC, de modo que $i.PIC_{2011} = 2$

As definições acima serão úteis adiante, na exploração da relação entre perfil de participação no Programa e o resultado no ENEM.

6 Grupo PIC: Desempenho no ENEM por subgrupo i.PIC

O subgrupo do G-PIC composto pelos alunos que participaram de pelo menos um PIC até o ENEM-2012 ($i.PIC_{max12} > 0$) apresentam um desempenho superior ao dos alunos do subgrupo complementar ($i.PIC_{max12} = 0$).

Na tabela abaixo as estatísticas de ordem básicas do conjunto de todos os participantes na prova de Matemática do ENEM-2012 e de cada um dos subgrupos de $i.PIC_{12}$ do G-PIC: mínimo, primeiro quartil, mediana, terceiro quartil e máximo, mais a média e o número de participantes em cada subgrupo.

Tabela 9: Notas em Matemática no ENEM-2012 por grupo de $i.PIC$.

Grupo	$i.PIC_{max}^{2012}$	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Média	Desvio Padrão	Contagem
	0	277	700	761	810	955	752	83	823
PIC	1	354	723	785	836	955	775	83	1.079
	2	277	723	778	833	955	775	79	720
Brasil	-	277	412	502	593	955	509	121	4.093.884

O gráfico a seguir mostra a distribuição acumulada das notas de Matemática no ENEM-2012 para o conjunto de todos os participantes, e para os três grupos de $i.PIC_{max12}$. As curvas em tons suavizados são as curvas normais correspondentes.

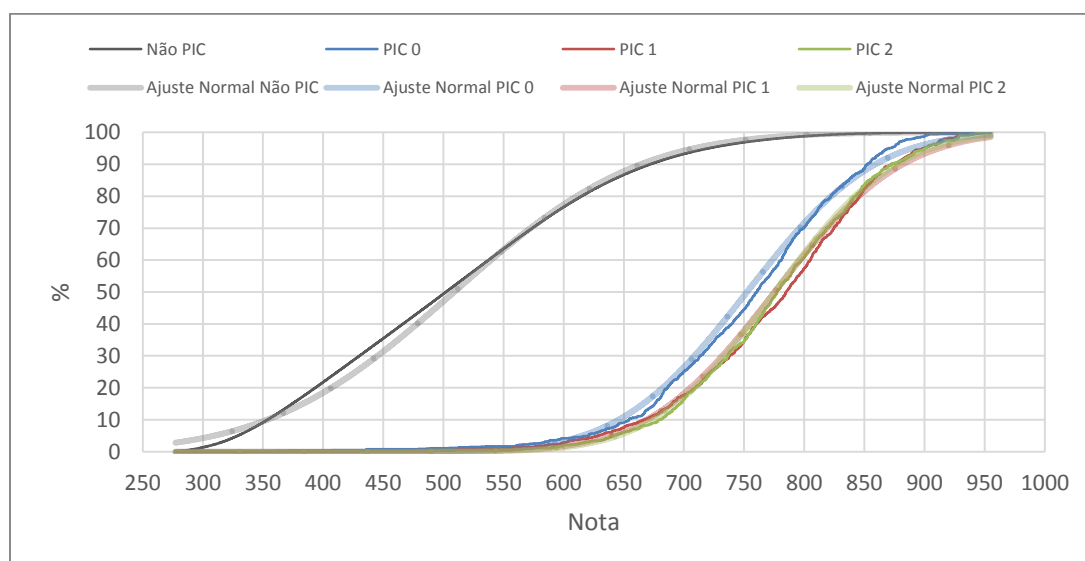


Figura 8: distribuição acumulada das notas em Matemática no ENEM-2012

A figura abaixo concentra o foco na região dos primeiros e terceiros quartis e das medianas para os quatro subgrupos do grupo PIC. Como se pode ver, a mediana do subgrupo $i.PIC_{máx12} > 0$ se posiciona próximo do 62º percentil do subgrupo complementar. Uma subida de 12 pontos na escala percentual é bem significativa, principalmente em se considerando que se trata de uma comparação interna no G-PIC, já fortemente seletivo em relação ao universo.

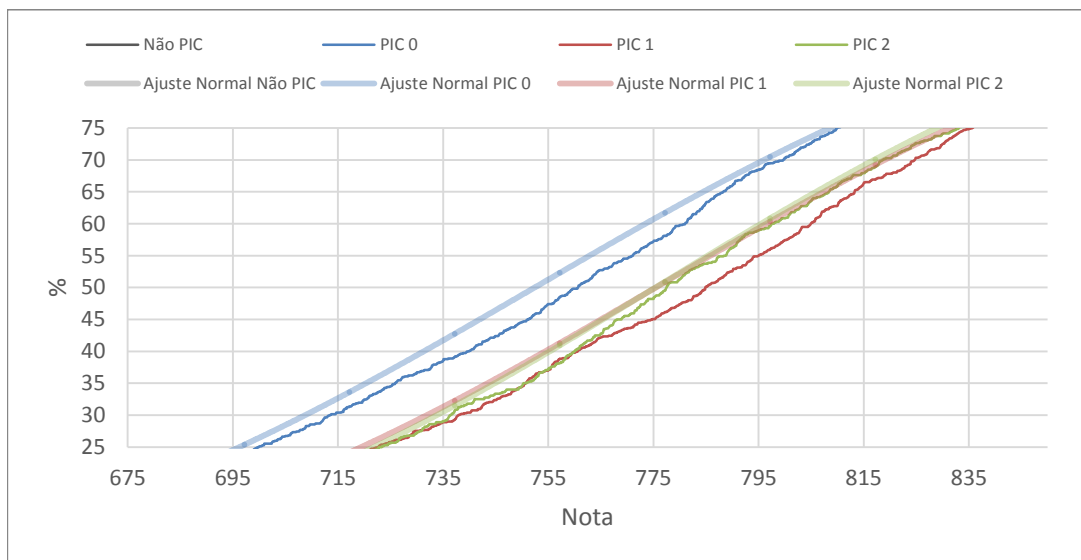


Figura 9: distribuição acumulada das notas em Matemática no ENEM-2012

O valor p da diferença de 17 pontos entre as medianas dos subgrupos 0 e 2 de $i.PIC_{máx12}$, inferior a 0,0001, não deixa dúvida quanto à sua significância estatística. A comparação desta diferença com as referências de escala sumarizadas na Tabela 3 permite avaliar sua relevância.

Vamos explorar agora a relação do $i.PIC$ de cada ano com o resultado no ENEM do mesmo ano, isto é, verificar se há diferença de desempenho em matemática no ENEM entre os alunos que estão cursando o PIC ($i.PIC = 1$) com os que não participaram do PIC naquele ano ($i.PIC = 0$). Serão considerados somente estudantes que estão cursando o 3º ano do Ensino Médio no ano em questão, isto é, aqueles alunos que devem estar plenamente preparados para o ENEM.

Tabela 10: Mediana

ano	Mediana		Diferença
	Subgrupo 0	Subgrupo 1	
2010	836	822	-14
2011	814	853	29
2012	795	800	5
2013	770	811	41

Na tabela ao lado, as medianas de cada subgrupo, nas edições 2010 a 2013. Apenas nos anos 2011 e 2013 as diferenças aparecem significativas estatisticamente. As figuras abaixo oferecem mais detalhes.

Como se pode ver, o avanço das medianas dos subgrupos $i.PIC=1$ na escala de percentis do subgrupo $i.PIC=0$ em 2011 e 2013 foram em torno de 20 pontos percentuais, uma escalada

realmente notável: um aluno desempenho mediano no subgrupo 1 se posiciona próximo do terceiro quartil do subgrupo 0.

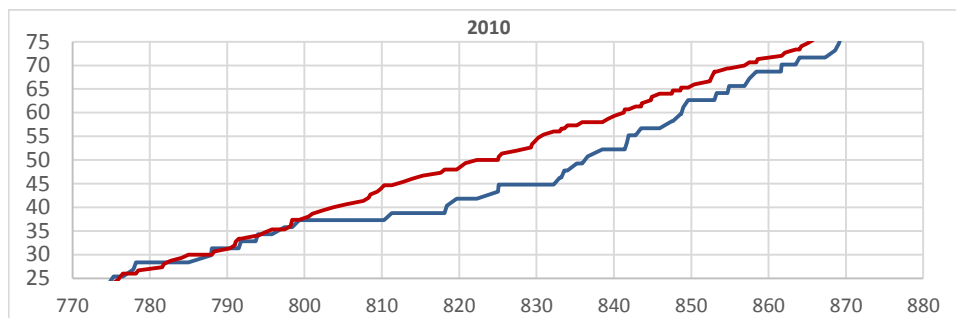


Figura 10: distribuição acumulada das notas em Matemática no ENEM-2010

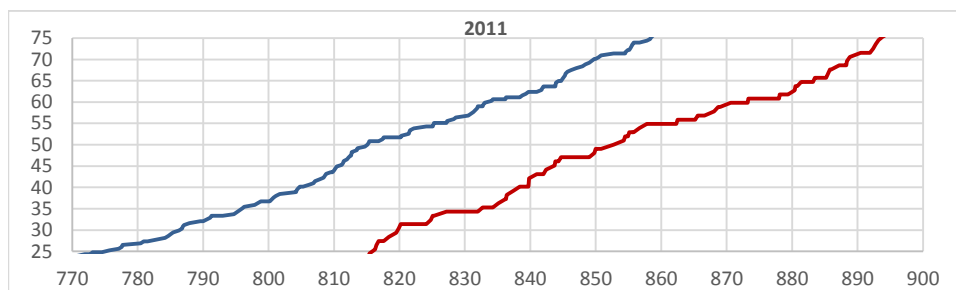


Figura 11: distribuição acumulada das notas em Matemática no ENEM-2011

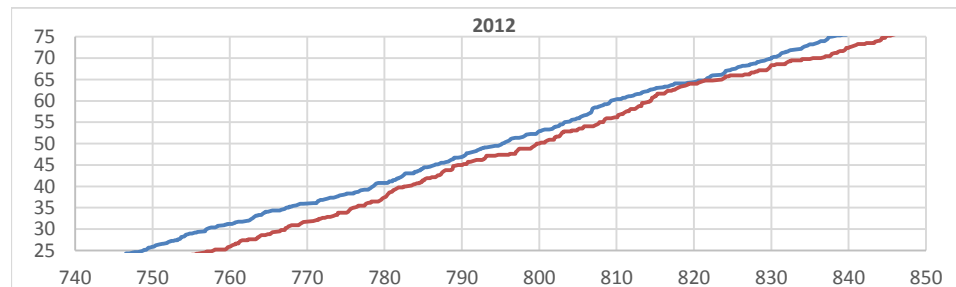


Figura 12: distribuição acumulada das notas em Matemática no ENEM-2012

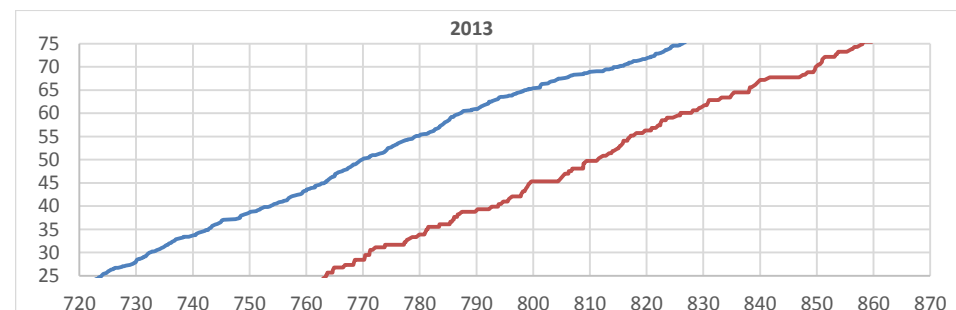


Figura 13: distribuição acumulada das notas em Matemática no ENEM-2013

6.1 Desempenho por Tipo de Escola

Nesta seção exploraremos o efeito do Programa no desempenho em Matemática no ENEM, para os diversos grupos de dependências administrativas das escolas públicas: Federal, Estadual e Municipal (EMEPM).

Tabela 11: Média ENEM-2012 por tipo de escola

Nota Média ENEM-2012 dos alunos do grupo PIC					
Ensino	Contagem	Ciências da Natureza	Ciências Humanas	Linguagens, Códigos	Matemática
Federal	2.280	653	660	625	814
Estadual	5.366	592	619	585	747
Municipal	1.387	584	618	580	734

Nota: Na base OBMEP correspondente aos alunos participantes da prova de Matemática no ENEM-2012, treze tinham o código da escola caracterizado como escola partícula na base ENEM; quatorze não puderam ter identificadas as dependências administrativas de suas escolas. Esses 27 casos foram excluídos na construção da tabela acima.

A tabela abaixo sumariza as medianas em Matemática nas edições 2010 a 2013 do ENEM, para as diferentes dependências administrativas das escolas e os diferentes subgrupos em termos de i.PICmáx nos anos correspondentes

Tabela 12: Média por tipo de escola

ano	Média por tipo de escola e por subgrupo i.PICmáx								
	Federal			Estadual			Municipal		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2
2010	812	846		778	800		790	781	
2011	834	849	867	767	782	793	781	758	781
2012	814	829	848	750	771	778	754	751	765
2013	803	812	821	729	740	752	718	730	745

Tabela 13: Diferenças de média

ano	Diferenças da média em relação a i.PICmáx=0 por tipo de escola e por subgrupo i.PICmáx								
	Federal			Estadual			Municipal		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2
2010	812	+34		778	+22		790	-9	
2011	834	+15	+33	767	+15	+26	781	-23	0
2012	814	+15	+34	750	+21	+28	754	-3	+11
2013	803	+9	+18	729	+11	+23	718	+12	+27

As diferenças registradas em negrito na tabela acima têm elevado nível de significância estatística, caracterizado por valor p inferior a 0,01.

Os gráficos a seguir ilustram esses resultados. Neles as cores azul, vermelha e verde representam os grupos 0, 1 e 2 de i.PICmáx, respectivamente.

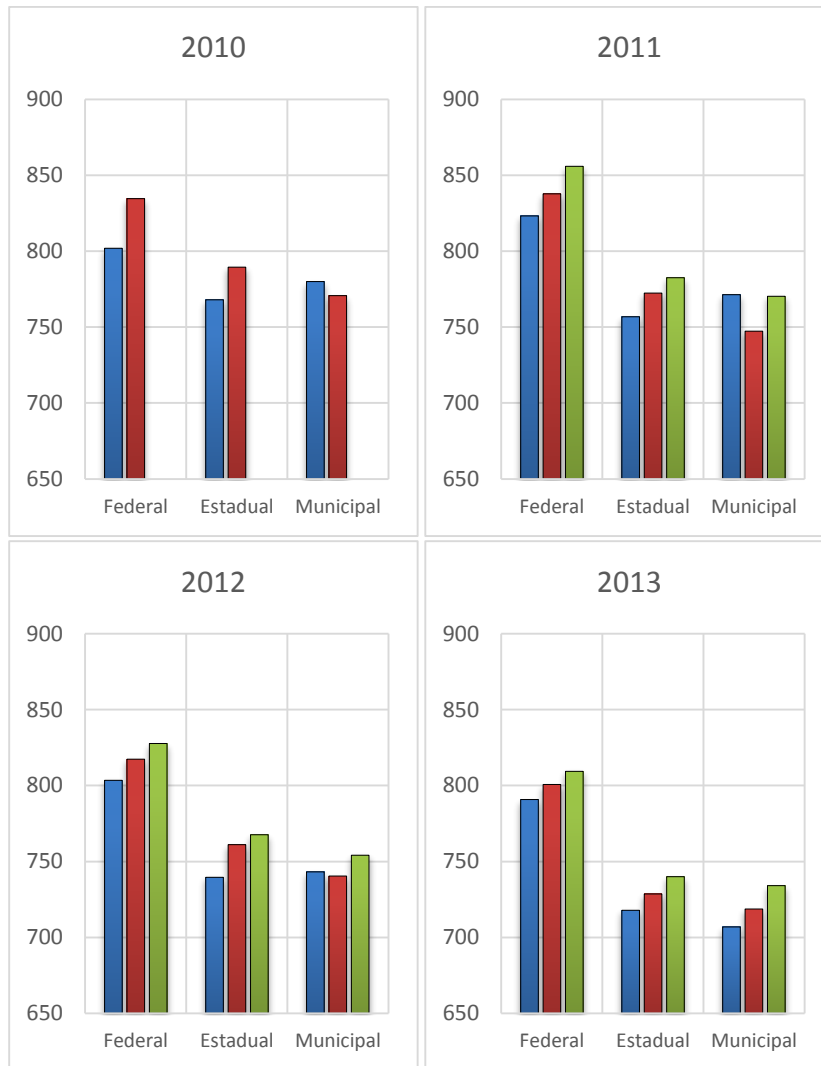


Figura 12: Média em matemática por tipo de escola por grupo de i.PIC.máx

6.2 Escolas Seletivas e Não Seletivas

A maioria dos premiados no ensino médio estuda em escolas denominadas seletivas: que realizam processo de seleção por meio de provas/concursos ou priorizam o acesso a filhos de algumas categorias profissionais como, por exemplo, a filhos de militares ou a filhos de funcionários públicos. Exemplo: colégios militares, escolas de aplicação, escolas federais, colégios de bombeiros etc.

O PIC oferece a seus alunos 10 aulas presenciais e 15 problemas virtuais. Não se pode esperar que esta formação possa levar um aluno, mesmo que muito talentoso, de uma escola estadual ou municipal, ao nível de um aluno de uma escola seletiva.

As escolas seletivas possuem um desempenho melhor no ENEM-2012 do que as não seletivas para todos os grupos de i.PIC_{máx}.

Tabela 14: Média por tipo de escola

ano	Média por tipo de escola e por subgrupo i.PIC _{máx}					
	Não Seletivas			Seletivas		
	0	1	2	0	1	2
2010	756	778		801	829	
2011	744	756	770	819	833	844
2012	736	743	755	803	815	817
2013	721	718	730	770	791	800

Tabela 15: Diferenças de média

ano	Diferenças da média em relação a i.PIC _{máx} =0 por tipo de escola e por subgrupo i.PIC _{máx}					
	Não Seletivas			Seletivas		
	0	1	2	0	1	2
2010	756	+22		801	+28	
2011	744	+12	+26	819	+14	+25
2012	736	+7	+19	803	+12	+14
2013	721	-3	+9	770	+21	+30

Todos as diferenças em negrito na tabela 15 são significativas. O valor p é inferior a 0,01 para todas, exceto a diferença 7 (i.PIC_{máx}₁₂=0 x i.PIC_{máx}₁₂=1 nas escolas não seletivas) que tem valor p igual a 0,05.

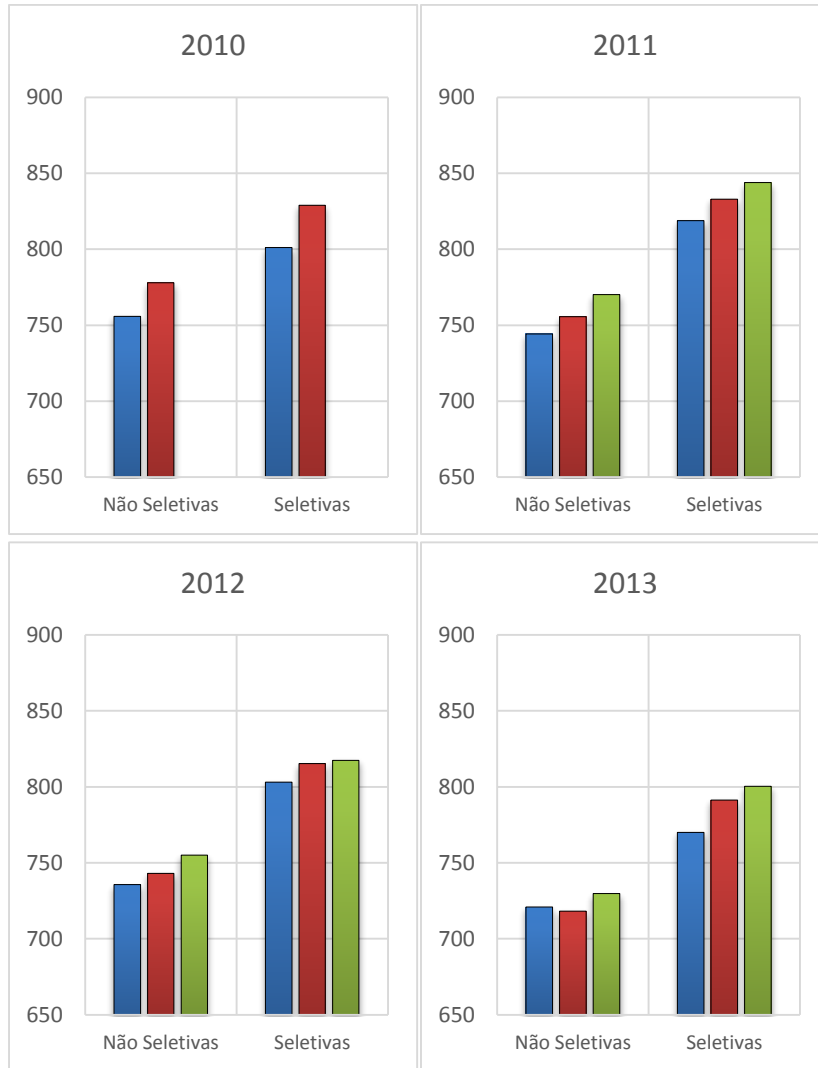


Figura 13: Média em matemática por ano por tipo de escola por grupo de i.PIC.máx

CONCLUSÃO E COMENTÁRIOS

Embora sem as condições ideais para a execução de testes de hipóteses (não se dispõe aqui de um grupo de controle perfeito, posto à parte por sorteio aleatório), pode-se concluir que, entre os estudantes do G-PIC, o subgrupo já beneficiado por alguma participação no PIC apresenta, em Matemática, desempenho significativamente superior ao dos estudantes do subgrupo complementar (aqueles que, embora pertencentes ao G-PIC, não haviam, pelo menos até a ocasião da participação no ENEM em foco, participado de nenhum PIC).

As diferenças absolutas verificadas entre as notas medianas em Matemática nos diferentes subgrupos, quando comparadas ao subgrupo de referência ($i.PIC=0$) revelaram, na maioria dos casos, avanços de elevado nível de significância estatística, que permitiram, na ampla maioria dos casos, folgadoamente rejeitar a hipótese nula de inexistência de efeito positivo da participação do PIC no desempenho mediano em Matemática no ENEM.

Em termos absolutos, os avanços observados nas medianas dos subgrupos de $i.PIC>0$ em relação ao subgrupo de referência foram bastante relevantes. Tratando-se de comparações dentro do G-PIC, já uma seleção dramática do universo, os avanços absolutos vão normalmente se tornando mais difíceis, o que acentua a relevância dos ganhos absolutos alcançados. Aqui, uma comparação mais representativa usa a escala relativa (em percentis) do grupo de referência. Aqui, como vimos, ganhos em torno de 20 pontos (quando a mediana do subgrupo 1 se posiciona no 70º percentil da escala de referência) foram alcançados em alguns casos, como pode ser visto de forma muito eloquente na Fig.13.

Por outro lado, o ENEM pode não ser o melhor aferidor dos avanços intelectuais promovido pelo PIC-Jr. Nosso grande exame nacional, sendo um instrumento de ordenação de estudantes para propósitos de seleção às universidades, não é um instrumento adequado à avaliação do nível de eficiência de nosso complexo de ensino básico. Como instrumento de classificação, ele deve ter elevado poder discriminante, assim sua calibração para uma média geral em torno de 500, com variância elevada. Num contexto de silenciosa tragédia nacional do nosso complexo de ensino básico (público e privado), uma prova perfeitamente calibrada em algo como um “programa oficial” de Matemática em padrão internacional, comprimiria fortemente a distribuição das notas na banda inferior da escala, comprometendo seu poder discriminante e, portanto, sua qualidade como instrumento de classificação. Há aqui o perigo óbvio de se começar a acreditar que a prova de Matemática do ENEM reflete o “padrão internacional”, e formar a ilusão de que o ensino básico nacional não está, enfim, tão mal assim.

O fato é que as provas ENEM cobrem um subconjunto muito ralo do “programa oficial” (o programa consensual internacional do que deve cobrir o ensino fundamental e médio). Para ser um bom instrumento de classificação de alunos, ele tem que ser assim. Uma questão que se impõe, portanto, quando se confronta OBMEP (e o PIC-Jr) com o ENEM, é a de se a participação, ao longo de um ano, em um programa focado em algum tópico especial de Matemática, seria a melhor maneira de potencializar o estudante no desempenho em uma prova em que as questões lidam na faixa rasa da matemática do Básico, onde instrumentos de raciocínio como a

regra de três, são os pontos altos. Por um outro ângulo, o ENEM não seria assim, o instrumento de aferição adequado ao foco do PIC-Jr. Ou então, o foco do PIC-Jr deveria ser reposicionado?

Um outro aspecto importante vem da relação de tamanho do G-PIC com o seu complemento em relação ao Universo, de 1 para 1000. Pouco impacto se poderá produzir, a menos que se crie um processo multiplicativo intenso, com envolvimento da formação de uma pirâmide, com o topo no IMPA, mas descendo e se ampliando progressivamente, envolvendo, um degrau abaixo, uma rede de universidades e professores universitários sobre todo o território nacional e, um outro degrau abaixo, uma rede mais ampla ainda de professores da escola básica, recrutados, comprometidos e envolvidos num programa bidirecional contínuo e enérgico de recebimento e doação, até ao nível, afinal, dos próprios alunos.

Sem perder sua capacidade de detectar os futuros Artur Ávila, a OBMEP tem que ser, antes, um necessário instrumento de massa. É disto que o país necessita mais e mais urgentemente hoje. É o grandioso desafio desta geração.

Há uma tarefa gigantesca a ser realizada. O próprio mapa do ENEM na Fig.4, revela vales de depressão em escala nacional, e nichos locais de depressão mesmo nas U.F. menos deprimidas. A OBMEP pode ser uma ferramenta intensamente eficaz de nivelamento por cima, mas ele tem que se energizar, se reinventar continuamente.